Haute école pédagogique du Valais
Pädagogische Hochschule Wallis

Diplomarbeit an der Pädagogischen Hochschule Wallis

Situiertes Lehren und Lernen im Mathematikunterricht in Bezug auf den Paradigmenwechsel des Sachrechnens

Eine empirische Studie zur Entwicklung von realitätsadäquaten Grössenvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern der Primarstufe durch ein mathematikdidaktisches Stufenmodell nach Prof. Dr. habil. Franke

Vorgelegt von: Grünwald Jonas

Betreuer/in: Steiner Edmund

Vorgelegt am: 5. März 2008 an der Pädagogischen Hochschule Wallis

Zusammenfassung und Schlüsselbegriffe

Zusammenfassung

Die Vertreter des Konstruktivismus gehen davon aus, dass der Aufbau von Wissen sowohl ein aktiver als auch konstruktiver Prozess in einem sozialen System ist. Dies bedeutet für den Unterricht der Primarschule, dass den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten werden muss, dieses Wissen in Berücksichtigung dieser Faktoren aufzubauen. Einen Weg, das Wissen auf diese Art und Weise zu erlangen, bietet die Grundidee des situierten Lehrens und Lernens. Diese besagt, dass das Wissen „[…] zwischen intelligenten Individuen in sozialhistorisch definierten Kontexten […]" (Reich, 2006, S. 207) sich angeeignet werden kann. Ein Fachbereich, der sich sehr gut für das situierte Lehren und Lernen eignet – neben vielen anderen – definiert sich in jenem der Mathematik. Diesbezüglich ist es von grosser Bedeutung, dass sich die Schülerinnen und Schüler kein träges Wissen, welches zu späteren Zeitpunkten nicht abgerufen und somit verwendet werden kann, aufbauen, sondern die Möglichkeit erhalten, ihrem Wissen die Fähigkeit des Transfers zu verleihen (transferierbares Wissen). Diese Forderung, welche vorwiegend von den Vertretern des situierten Lehrens und Lernens stammt, ist unter anderem im Sachrechnen zu berücksichtigen. Diesbezüglich muss jedoch zuerst folgender Paradigmenwechsel erfolgen: Beim Sachrechnen liegt der Schwerpunkt nicht mehr auf dem Rechnen, so wie dies der traditionelle Sinn definierte, sondern viel mehr auf der Sache.
Bezieht man nun diese oben erwähnten Faktoren und Fakten auf die Thematik der Längenmasse, so bedeutet dies, dass die Schülerinnen und Schüler nicht zahlreiche Operationen lösen sollen, da sich diese nur wenig von Operationen ohne Masseinheiten unterscheiden, sondern viel mehr mit der realen Welt konfrontiert werden müssen. Kurz: Die Schülerinnen und Schüler sollen die Möglichkeit erhalten, ihre Kompetenzen unter anderem bezüglich der Grössenvorstellungen zu entwickeln. Ein Instrument dazu liefert Prof. Dr. Franke (2003): Es handelt sich dabei um ein mathematikdidaktisches Stufenmodell.
Bei dieser empirischen Studie ging es darum, herauszufinden, ob sich dieses didaktische Stufenmodell zur Erarbeitung der Thematik *Längenmasse* in der 3. Primarstufe im Kanton Wallis eignet und ob dieses auch der Forderung der Entwicklung der Grössenvorstellungen gerecht wird. Weiter wird untersucht, wie sich das Stufenmodell zur Behandlung von Grössen, insbesondere bezüglich der Thematik *Längenmasse*, im Schulalltag bezüglich verschiedener Schwerpunkte wie die Durchführbarkeit bewährt.
Somit wurde auf der Basis des mathematikdidaktischen Stufenmodells nach Franke (2003) das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen" entworfen, welches während zwei Wochen in zwei 3. Primarklassen im Oberwallis in Form einer Interventionsstudie mit einer Gruppe durchgeführt wurde. Dabei beantworteten einerseits die beiden Lehrpersonen am Ende der Intervention einen offenen Fragebogen bezüglich der Durchführbarkeit des Konzepts und andererseits wurde mit Hilfe des „Pretest-Posttest Single Group Design"-Modells die Entwicklung der realitätsadäquaten Grössenvorstellungen von 25 Schülerinnen und Schülern erhoben, ausgewertet und interpretiert.
Durch die Datenerhebung wurde klar, dass das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen" sich wohl durch seine handlungsbezogene Philosophie, namentlich dem situierten Lehren und Lernen, auszeichnet, jedoch dem Lehrplan des Kantons Wallis nicht in allen Punkten gerecht werden kann. Die Grössenvorstellungen weisen am Ende (Posttest) der Intervention weniger Diskrepanzen und unrealistische Abweichungen auf als zu Beginn (Pretest) was sicherlich als Erfolg bezeichnet werden kann.
Auch wenn dieses Lehrmittel noch einige Mängel aufweist, so definiert sich die didaktischen Richtung, durch welche dieses definiert wird, klar als die Zukunft unseres Unterrichts – der des situierten Lehrens und Lernens.

Schlüsselbegriffe

Mathematik(-didaktik); Sachrechnen; Grössenvorstellungen; Situiertes Lehren und Lernen; Mathematikdidaktisches Stufenmodell; Integration

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung **6**
2. Erläuterung der Problematik und deren Abgrenzung **7**
3. Theoretischer Bezugsrahmen **9**
3.1. Mathematikdidaktik 9
3.1.1. Begriffserklärung (nach Wittmann) 9
3.1.2. Ziele des Mathematikunterrichts des Kantons Wallis (Lehrplan) 9
3.1.3. Allgemeine Aufgaben und Ziele des Mathematikunterrichts (nach Winter) 10
3.1.4. Unterrichtsplanung auf systematischer Basis (nach Wittmann) 11
a) Intuitive Vorarbeit 11
b) Systematische Herstellung einer Entscheidungsbasis (Didaktische Analyse) 11
c) Unterrichtsvorlage (Überarbeitung der intuitiven Vorstellungen) 11
3.2. Sachrechnen 12
3.2.1. Historischer Wandel des Sachrechnens 12
3.2.2. Begriffserklärung (nach Franke): Das neue Sachrechnen 12
3.2.3. Problemlösen 13
3.2.4. Mathematische Modellierung 13
3.2.5. Sachrechnen als Modellbildungsprozess 13
3.2.6. Grössenvorstellungen und ihre Bedeutsamkeit (Paradigmenwechsel) 14
3.2.7. Die Entwicklung des Messens von Längen 15
3.2.8. Grössen als Abstraktion 15
3.3. Situiertes Lehren und Lernen 17
3.3.1. Begriffserklärung (nach Reich) 17
3.3.2. Forderung des situierten Lehrens und Lernens an den Unterricht 17
3.3.3. Träges Wissen (nach Schäfer) 17
3.3.4. Transferierbares (übertragbares/intelligentes) Wissen 18
3.3.5. Ansätze des situierten Lehrens und Lernens (Strategien) 18
a) Der Anchored-Instruction-Ansatz (nach CTGV) 18
b) Der Cognitive-Flexibility-Ansatz (nach Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson) 18
c) Der Cognitive-Apprenticeship-Ansatz (nach Collins, Brown & Newman) 18
3.3.6. *Lernen* bei der konstruktivistischen Didaktik 19
3.3.7. Theoretische Grundideen der konstruktivistischen Didaktik 19
a) Ansatz nach John Dewey: Handlungsbezogenes Lernen 19
b) Ansatz nach Jean Piaget: Der Radikale Konstruktivismus 19
c) Ansatz nach Lev S. Wygotski: Der Soziale Konstruktivismus 20
3.3.8. Erkenntniskritik der konstruktivistischen Didaktik 20
3.3.9. Leitlinien des problemorientierten und konstruktivistischen Lernens 21
3.4. Mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen (nach Franke) 21
3.4.1. Begriffserklärung (nach Franke) 21
3.4.2. Stufen des mathematikdidaktischen Stufenmodell 21
3.5. Integration 24
3.5.1. Begriffserklärung (nach Speck) 24
3.5.2. Salamanca-Erklärung 24
3.5.3. Mathematikunterricht für Schülerinnen und Schüler mit besonderen Bedürfnissen 24
4. Theoretische Begründung der didaktischen Relevanz des Konzepts **25**
4.1. Theoretische Kohärenz des Konzepts 25
4.1.1. Mathematikdidaktik 25
a) Ziele des Mathematikunterrichts des Kantons Wallis 25
b) Allgemeine Aufgaben und Ziele des Mathematikunterrichts (nach Winter) 25
4.1.2. Sachrechnen 26
4.1.3. Situiertes Lehren und Lernen und Konstruktivismus 26
4.1.4. Mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen 27
4.1.5. Integration 28
4.2. Schriftliche Form des Konzepts 28
4.2.1. Die Schülerausgabe 28
4.2.2. Die Lehrerausgabe 28

5. Wissenschaftliche Fragestellungen der empirischen Studie 29
6. Methodisches Vorgehen 30
6.1. Versuchsanordnung mit einer Gruppe (quantitativ) 30
6.1.1. Quantitative Untersuchung (Studie) 30
6.1.2. Reaktive und nichtreaktive Untersuchungen (Studie) 30
6.1.3. Testitems 31
6.2. Schriftliche Befragung mit offenen Fragen (qualitativ) 31
6.2.1. Qualitative Untersuchungen (Studien) 31
6.3. Entwicklung des Konzepts 31
6.4. Implementierung des Konzepts 32
6.5. Datensammlung… 33
6.5.1. …der Schülerinnen und Schüler (als Teilnehmer) 33
6.5.2. …der Lehrpersonen (als Teilnehmer) 33
7. Durchführung des Konzepts 34
8. Darstellung der erhobenen Daten 35
8.1. Bezüglich Fragestellung 1: Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler 35
8.2. Bezüglich Fragestellung 2: Das Konzept als Lehrmittel 37
8.2.1. Durchführbarkeit 37
8.2.2. Verständlichkeit der Aufgabenstellungen 37
8.2.3. Lehr- und Lernfreude 37
8.2.4. Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche 38
8.2.5. Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis) 38
9. Interpretation der erhobenen Daten 39
9.1. Bezüglich Fragestellung 1: Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler 39
9.1.1. Fazit zu Grössenvorstellungen 40
9.2. Bezüglich Fragestellung 2: Das Konzept als Lehrmittel 40
9.2.1. Durchführbarkeit 40
9.2.2. Verständlichkeit der Aufgabenstellungen 41
9.2.3. Lehr- und Lernfreude 41
9.2.4. Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche 41
9.2.5. Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis) 42
9.2.6. Fazit zum Konzept als Lehrmittel 42
10. Schlussfolgerungen 44
10.1. Vorschläge für weiterführende Forschungsarbeiten 44
10.2. Wert und Grenzen der wissenschaftlichen Arbeit (Analyse) 44
10.3. Schlusswort 45
11. Literaturverzeichnis 46
12. Verzeichnis der Anhänge und Anhänge 49
13. Tabellenverzeichnis 81
14. Abbildungsverzeichnis 81
15. Ehrenwörtliche Erklärung 82

Danksagung

„Wir können nicht lernen, wenn wir keine Fehler machen dürfen.
Mit der Angst, keine Fehler zu machen, betreten wir nie Neuland"
(Jost, 1989, S. 12, zit. nach Scherer, 1995, S. 76)

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen Menschen bedanken, welche mich während der Erarbeitung dieser Diplomarbeit unterstützt haben. Bei all denjenigen, welche mir stets ein offenes Ohr geschenkt und mich, wenn die Motivation und Freude Gefühlen wie Stress und Angst unterworfen waren, aufgefangen und zu neuen Kräften geführt haben. Bei all denjenigen, welche mich dabei unterstützt haben, Neuland zu betreten, auch wenn ich dabei Gefahr lief, Fehler zu begehen.
Einen besonderen Dank möchte ich an meinen Betreuer, Herrn Steiner Edmund (Dozent an der Pädagogischen Hochschule Wallis), richten. Herr Steiner stand mir zu jedem Zeitpunkt zur Seite, half mir bei Unklarheiten, hegte meine Motivation, wenn diese schon fast gar nicht mehr vorhanden zu sein schien und war stets ein guter Ratgeber und Betreuer, der mich von seinen Erfahrungen bezüglich empirischer Studien profitieren liess. Weiter danke ich meinem Mentor, Herrn Clausen Peter (Dozent an der Pädagogischen Hochschule Wallis), welcher mich unterstützte und stets Zeit für mich fand. Einen weiteren Dank geht an die Lehrpersonen A und B, welche mir die Realisierung dieses Projektes, somit dieser empirischen Studie und folglich dieser Diplomarbeit, ermöglicht haben. Sie zeigten sich stets kooperativ und begegneten mir zu jedem Zeitpunkt mit einer Offenheit, welche mir die Erarbeitung dieser Diplomarbeit um ein Vielfaches vereinfachte. Und nicht zuletzt danke ich meinem Lektor, welcher nicht bei Namen genannt werden möchte, für sein Lektorat. Er hat sich viel Zeit genommen, um diese Diplomarbeit bezüglich der Orthografie zu prüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Titelbild (Quelle: Pädagogisches Institut der deutschen Sprachgruppe – Bozen, 2004)

1. Einführung

Die zeitgemässen Pädagoginnen und Pädagogen, vorwiegend die Vertreterinnen und Vertreter des Konstruktivismus, richten sich gegen das monotone Lernen von Informationen und Daten, von Fakten und Nonsens. Anbei darf der Unterricht in einer Primarschule nicht dem einer universitären Institution gleichen, d.h. die Schülerinnen und Schüler müssen neben theoretischen Ansätzen mit kontextbezogenen Situationen und Aufgabenstellungen konfrontiert werden, so dass diese ein transferierbares Wissen aufbauen können. Hinsichtlich dieser letztgenannten Anforderungen der Pädagogik des 21. Jahrhunderts muss aber vermehrt festgestellt werden, dass diesen zwar in den Fachbereichen *Mensch und Umwelt* und/oder *TG (Technisches Gestalten)* gerecht wird, nicht aber in der Mathematik. Doch welches Potenzial weist der Fachbereich *Mathematik* diesbezüglich auf? Wie kann der Mathematikunterricht in der Primarstufe aufgebaut werden bzw. welche Struktur muss dieser aufweisen, dass dieser den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gibt, ein transferierbares Wissen aufzubauen? Und wie muss der Mathematikunterricht, insbesondere bezüglich der Thematik der Grössen (hier: Längenmasse), gestaltet werden, um dem Paradigmenwechsel des Sachrechnens, namentlich den Schwerpunkt auf der Sache liegend, Rechnung tragen zu können?
In einem ersten Teil, welchem die Problematik dieser empirischen Studie voraus geht, wird der theoretische Bezugsrahmen dargestellt: (1) Der erste Schwerpunkt liegt hier auf *der Mathematikdidaktik*, dem Fundament aller mathematischen Modelle. (2) Gleich anschliessend wird sowohl der Begriff *des Sachrechnens* als auch dessen Paradigmenwechsel mit Hilfe des historischen Wandels näher erläutert. (3) Der nächste Schwerpunkt, *das situierte Lehren und Lernen*, wird einerseits mit drei Ansätzen bzw. Strategien näher beschrieben, andererseits von konstruktivistischen Vertretern wie dem Schweizer Psychologen Jean Piaget umrahmt. (4) Anbei wird *ein mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen* aufgezeigt, welches nach der theoretischen Grundbasis von Prof. Dr. habil. Marianne Franke (2003), welche im Fachbereich Mathematik an der Justus-Liebig-Universität in Giessen lehr und forscht, erstellt wurde und (5) schliesslich wird noch ganz kurz die Thematik *der Integration* gestreift. Dieses oben erwähnte mathematikdidaktische Stufenmodell bildet das Fundament, auf welchem das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ erbaut ist. Mit diesem letztgenannten Konzept wird geklärt, ob die Schülerinnen und Schüler aus zwei Oberwalliser Primarklassen ihre Grössenvorstellungen bezüglich der Thematik *Längenmasse* steigern können und anbei den Zielen des Lehrplans des Kantons Wallis gerecht werden kann. Neben diesem Sachverhalt wird weiter geklärt, wie die zwei Lehrpersonen dieser zwei Klassen die Arbeit mit dem „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ hinsichtlich verschiedener Schwerpunkte, namentlich Durchführbarkeit, Verständlichkeit der Aufgabenstellungen, Lehr- und Lernfreude, Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche und Zielerreichung bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis, einschätzen bzw. dokumentieren.
Anbei werden die zwei wissenschaftlichen Fragestellungen aufgeführt, welchen das methodische Vorgehen dieser empirischen Studie folgt. Dieses Vorgehen beschreibt neben theoretischen Grundlagen bezüglich zweier Methoden der Datenerhebung, namentlich (1) die Versuchsanordung mit einer Gruppe (quantitativ) und (2) der offene Fragebogen (qualitativ), den Weg von der „Geburt“ des Konzepts, die ersten Kontaktaufnahmen mit den Lehrpersonen über die eigentliche Implementierung bis hin zur Sammlung und Erarbeitung der Daten. Letztere werden in einem ersten Schritt in objektiver Form dargestellt und in einem zweiten Schritt mit Hilfe des theoretischen Bezugsrahmens interpretiert. Auf der Basis dieser Interpretation wird das Konzept diskutiert, evaluiert und kritisch eingeordnet. Dieser Evaluation folgt eine Schlussfolgerung, welche neben den Grenzen und Werten dieser wissenschaftlichen Arbeit vereinzelte Vorschläge für weiterführende Forschungsarbeiten bezüglich der in dieser empirischen Studie erarbeiteten Thematik aufzeigt und schliesslich mit dem Schlusswort den symbolischen Schlusspunkt dieser setzt.

2. Erläuterung der Problematik und deren Abgrenzung

Fakt ist, dass die Lernumgebung und das Lernengagement wichtige Faktoren für den Lernerfolg darstellen. Jedoch richten sich traditionelle Unterrichtsformen vorwiegend auf den Erwerb von Begriffen und Fakten. Auf diese Weise fehlt den Lernenden der Bezug zum Alltag, zur Realität bzw. sie erhalten schon gar nicht die Möglichkeit, dieses „träge Wissen“ zu einem transferierbaren Wissen umzuformen (vgl. Weinert, 1996, S. 155).
Franke (2003) untermauert diese Problematik mit folgendem Beispiel: „Wenn Sabine als Gewicht für einen vollen Einkaufsbeutel 735 kg berechnet hat, muss sie spätestens dann stutzig werden, wenn sie dies mit ihrem Körpergewicht vergleicht“ (Franke, 2003, S. 195).
Letzteres Beispiel zeigt bereits Rechnungen auf, in welchen Masseinheiten vorkommen, welche sich auf Grössenvorstellungen berufen. Folgendes kann festgestellt werden: Haben die Kinder kein Grössenverständnis bezüglich Längen, Gewichte und Hohlmasse, so ist es ihnen auch nicht möglich, das erworbene Wissen über diese Grössen in der Realität anzuwenden bzw. können dieses nicht angemessen ausserhalb der Schule umsetzen.
Franke (2003) sieht in der Fähigkeit, dass die Kinder beim Ausrechnen von mathematischen Problemstellungen die Resultate mit einer angemessenen und sinnvollen Genauigkeit und unsinnige Berechnungen erkennen, eine wichtige Voraussetzung dafür, dass das erworbene Wissen schliesslich auch in den Kontext der Realität eingebettet werden kann (vgl. ebd., S. 195). Doch diese Voraussetzung kann oftmals von den Schülerinnen und Schülern gar nicht entwickelt werden bzw. wird von der Schule nicht gefördert. Denn „Formales Rechnen mit Grössenangaben in der gleichen Einheit unterscheidet sich kaum vom Zahlrechnen und trägt wenig zum Ausbilden von Grössenvorstellungen bei“, so Franke (S. 221). Daraus resultiert, so nach einer Studie von Winter (1985) zur Erfassung von Grössenvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern der vierten Primarstufe, dass die Abweichungen der geschätzten Masse von den effektiven Messwerten enorm gross waren (vgl. Winter, 1985, S. 19, zit. nach Franke, 2003, S. 210).
Ein weiteres Problem findet sich nach Franke (2003) in den Sachsituationen bzw. im Schaffen von solchen Situationen. Denn oftmals sprengen diese den Mathematikunterricht bezüglich der Anforderungen, der vorhandenen Zeit im Stundenplan und der zu bearbeitenden Vorbereitungszeit seitens der Lehrperson (vgl. ebd., S. 25). Auch Nührenbörger (2002) unterstützt die Aussage, „[…] dass viele Schüler dennoch im Laufe der Grundschulzeit kein grundlegendes Messverständnis entwickeln und nur geringe Vorstellungen über konventionelle Einheiten besitzen“ (Nührenbörger, 2002, zit. nach Scherer & Bönig, 2004, S. 39).
Nach Reich (2006) kann das Problem bezüglich des Unterrichtsstils in folgenden Worten zusammengefasst werden: „Der fragend-entwickelnde Unterrichtsstil […] erweist sich als zu eng führend, so dass Defizite bei den Lernern besonders im Transfer- und Anwendungswissen zu beobachten sind“ (Reich, 2006, S. 207).
Nun zu einer internationalen Studie zur Problematik im Mathematikunterricht: Neben der PISA-Studie zeigt auch die TIMSS-Studie[1], dass in Deutschland der Unterricht bzw. dessen Strategien (nur) auf eine einzige Lösung hinarbeiten. Demgegenüber existieren in vielen anderen Ländern bereits Unterrichtsstrategien, welche den Blick von einer einzigen Lösung erheben und die Problemstellung(en) in den Kontext der Realität setzen (vgl. ebd., S. 207).
Im Weiteren wird eine Studie von Stark, Graf, Renkl, Gruber und Mandl (1995) beschrieben, welche die Problematik des anwendungsbezogenen Wissens bzw. dessen Erwerb untersuchte: Diese Forscher wollten herausfinden, inwiefern unter multiplen Perspektiven in einem unternehmerischen Computerplanspiel das anwendungsbezogene Wissen erworben wird. Dabei führten 60 Probanden einer kaufmännischen Berufsschule einen Test durch: Die Probanden wurden auf vier Gruppen aufgeteilt (zufällig), wobei je zwei Faktoren mit einbezogen wurden: (1) Geleitete Reflexion versus (2) ungeleitete Reflexion und

[1] „Die `Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie` (Third International Mathematics and Science Study - TIMSS) ist eine international vergleichende Schulleistungsuntersuchung, die von der *International Association fort the Evaluation of Educational Achievement (IEA)* durchgeführt wurde“ (Max-Planck-Gesellschaft, 2007).

(3) multiple Perspektive versus (4) uniforme Perspektive. Das Resultat lautete folgendermassen: Diejenigen Probanden, welche weder eine geführte Anleitung zur Reflexion noch multiple Perspektiven zur Verfügung hatten, reproduzierten das Wissen zwar mündlich gut, doch in einer ähnlichen Situation waren diese nicht mehr fähig, dieses Wissen in die Praxis umzusetzen. Diejenigen Probanden, welche sowohl eine Anleitung zur Reflexion als auch multiple Lernkontexte zur Verfügung gestellt bekamen, wiesen die grösste Handlungskompetenz auf (vgl. Stark, Graf, Renkl, Gruber & Mandl, 1995, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 631). Bezieht man diese Problematik auf den schulischen Kontext bzw. formuliert diese so um, dass sie als Kritik definiert wird, so werden die Vertreter des Konstruktivismus der Schule vor, „[...] sie produziere nur „träges Wissen" […] das auf die tatsächlichen späteren Anwendungsgebiete in Beruf und Gesellschaft nicht angewendet werden könne" (Wellenreuther, 2007, S. 70).

Bezüglich des situierten Lehrens und Lernens legten ganz klar die Feldstudien von Carraher (1985) und Lave (1988) den Grundstein bezüglich dieser Richtung des Lehrens und Lernens bzw. der Bildung. In diesen empirischen Studien wurden einerseits brasilianische Strassenkinder als auch amerikanische Hausfrauen (aus Orange County) involviert. Diese meisterten während verschiedenen Alltagssituationen zahlreiche mathematische Probleme, wobei sie aber dieses Wissen, welches zuvor zu einer Lösung führte, nicht in schulischen Kontexten, namentlich Aufgabenstellungen auf dem Papier, anwenden konnten. Daraus schlossen die Wissenschaftler dieser Feldstudien, dass das erworbene Wissen zu stark kontextgebunden war, so dass ein Transfer dieses Wissens gar nicht oder zumindest nur schwer möglich war (vgl. Gerstenmaier & Mandl, 2001, S. 6).

Die Problematik dieser empirischen Studie zusammengefasst: (1) Der Paradigmenwechsel des Sachrechnens hat oftmals noch keinen Weg bis hin zu unseren Schulen gefunden, was zur Folge hat, dass der heutigen Grundidee des Sachrechnens, welche unter anderem die Förderung der Grössenvorstellungen fordert, nicht gerecht wird und (2) folglich resultiert daraus, dass die Schülerinnen und Schüler unserer Schulen ein fundiertes und grosses (Fakten-)Wissen zwar aufbauen können, dieses aber in ähnlichen Situationen unter anderen Bedingungen nicht wieder abrufen und somit anwenden können. Bezüglich dieses (Fakten-)Wissen bezieht sich diese empirische Studie vorwiegend auf den Aufbau von realitätsadäquaten Grössenvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern der 3. Primarstufe.

3. Theoretischer Bezugsrahmen

Der theoretische Bezugsrahmen dieser empirischen Studie definiert sich aus den folgenden Teilbereichen: (1) *Mathematikdidaktik*, (2) *Sachrechnen*, (3) *Situiertes Lehren und Lernen*, (4) *Mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003)* und (5) *Integration*:

3.1. Mathematikdidaktik

„Mathematik ist eine der ältesten Wissenschaften. Ihr Ursprung verliert sich im Dunkel der Geschichte. Bereits in der Urzeit bemühten sich Menschen, Land zu vermessen und Kalender zu erstellen. Mathematik hat sich seither zu einem ungemein mächtigen Erkenntniswerkzeug entwickelt […].“
(Hesse, 2006)

3.1.1. Begriffserklärung (nach Wittmann)

„Didaktik gilt allgemein als die Lehre vom Lehren und Lernen in den Formen des Unterrichts“, so Buth (2001, S. 22). Nun gibt es aber zwei Arten von Didaktik: Jene, welche sich in allgemeiner Form mit dem Unterricht befasst und Fragen aller Fächer beantwortet, namentlich die *Allgemeine Didaktik,* und schliesslich jene, welche spezifisch auf die einzelnen Fachbereiche eingeht, namentlich die *Fachdidaktik* (vgl. ebd., S. 22). Aufgrund dessen, dass sich diese Arbeit bzw. diese empirische Studie auf den Fachbereich Mathematik bezieht, ist es von grosser Bedeutung, auf letztere Art von Didaktik näher einzugehen bzw. diese zu definieren. Folglich wird die Definition nach Dr. E. C. Wittmann (1981), Professor für Didaktik der Mathematik an der Universität Dortmund, aufgeführt: „Didaktik der Mathematik ist die Wissenschaft von der Entwicklung praktikabler Kurse für das Lernen im Bereich Mathematik sowie der praktischen Durchführung und empirischen Überprüfung der Kurse einschliesslich der Überlegungen zur Zielsetzung der Kurse und der Stoffauswahl“ (Wittmann, 1981, S. 1).

3.1.2. Ziele des Mathematikunterrichts des Kantons Wallis (Lehrplan)

Neben zahlreichen Leitideen liefert der Lehrplan des Kantons Wallis (erstellt durch die Lehrplan-Arbeitsgruppe Mathematik der Innerschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz [IEDK], 1991) folgende zwei Leitideen, welche ihre Rechtfertigung im Sachrechnen finden:[2]

- **Mathematik zum Entdecken:** „Das Erkennen eines Sachverhaltes und die Anwendung mathematischer Hilfsmittel helfen alltägliche Probleme zu lösen […] und leisten somit einen Beitrag zum Verstehen der zu entdeckenden Umwelt (Sachrechnen)“ (IEDK, 1991, S. 4).
- **Mathematik im Alltag:** „Mit einfachen Grundbegriffen, Regeln und Verfahren aus der Mathematik können die Kinder ihre Alltagswelt besser wahrnehmen und verstehen (Überschlagrechnungen, Schätzen, Raumvorstellungen usw.)“ (ebd., S. 4).

Anbei an die Leitideen definiert der Lehrplan vier Richtziele, welche alle in Bezug des Sachrechnens gesetzt werden können. Im Folgenden sind diese kurz aufgezeigt:

- **Mathematik betreiben: „**Mathematik betreiben heisst, imstande sein, das mathematische Handwerkszeug anzuwenden, Alltagsaufgaben zu erfassen, nach Lösungsmöglichkeiten suchen, Ergebnisse überprüfen“ (ebd., S. 5).
- **Mathematische Fähigkeiten:** „Die Kinder verfügen über mathematische Grundkenntnisse“ (ebd., S. 5).
- **Mathematisierfähigkeit:** „Die Kinder können den mathematischen Gehalt von konkreten Situationen erfassen. Die Mathematisierfähigkeit ist insbesondere im

[2] Selbstverständlich müssen auch die anderen Leitideen beim Sachrechnen berücksichtigt werden. Um diese nachzulesen, ist der Lehrplan der Mathematik der Primarschule, erstellt durch die IEDK, zu konsultieren (siehe *11. Literaturverzeichnis*).

Umgang mit Text- und Sachaufgaben und grafischen Darstellungen gefragt“ (ebd., S. 5).

- **Förderung des Problemlöseverhaltens:** Dieses Problemlöseverhalten soll im Unterricht durch folgende drei Rahmenbedingungen gefördert werden:
  - Aktiv-entdeckendes Lernen im Unterricht einsetzen (umfassendes Lernprinzip als konstruktiver Prozess auffassen)
  - Produktiver Umgang mit Fehlern betreiben können
  - Eine gute Kommunikationskultur pflegen (vgl. ebd., S. 5).

Unter dem Bereich 3, namentlich Grössen und Sachrechnen, lassen sich folgende Grobziele und folgende Kernziele (bezüglich Aufbau und Verständnis) für die 3.Primarklasse finden:[3]

- **Grobziel 3.1:** „Der Schüler, die Schülerin kennt die verwendeten Masseinheiten sowie die Beziehungen zwischen den entsprechenden Grössen“ (ebd., S. 18f.).
  - **Kernziele:** Längenmasse (mm, cm, m, km) kennen und dementsprechend anwenden (vgl. ebd., S. 18f.).
- **Grobziel 3.2:** „Der Schüler, die Schülerin kann Grössen vergleichen und messen“ (ebd., S.18 f.).
  - **Kernziele:** (1) Grössen in die nächsthöhere oder nächsttiefere Einheit umformen, (2) Grössen mit selbstgewählten Einheiten vergleichen und messen und (3) Messinstrumente und Messmethoden kennen und anwenden (vgl. ebd., S. 18f.).

3.1.3. Allgemeine Aufgaben und Ziele des Mathematikunterrichts (nach Winter)

Nach Winter (1975) muss das System „Mensch-Mathematik-Schule/Gesellschaft“ folgendermassen verstanden werden (siehe *Tab. 1*):

Mensch…	Mathematik…	Schule	Mathematikunterricht
…als schöpferisches, erfindendes, spielendes Wesen	…als schöpferische Wissenschaft	Entfaltung schöpferischer Kräfte	Heuristische Strategien lernen
…als nachdenkendes, nach Gründen, Einsicht suchendes Wesen	…als beweisende, deduzierende Wissenschaft	Förderung des rationalen Denkens	Beweisen lernen
…als gestaltendes, wirtschaftendes, Technik nutzendes Wesen	…als anwendbare Wissenschaft	Förderung des Verständnisses für Wirklichkeit und ihre Nutzung	Mathematisieren lernen
…als sprechendes Wesen	…als formale Wissenschaft	Förderung der Sprachfähigkeit	Formalisieren lernen, Fertigkeiten lernen

Tab.1: Winters (1975) Sichtweise der Aspekte „Mensch-Mathematik-Schule/Gesellschaft“ (Quelle: Winter, 1975, zit. nach Wittmann, 1981, S. 47). Dabei definieren die Spalten, namentlich *Mensch, Mathematik, Schule* und *Mathematikunterricht*, die einzelnen Teilbereiche und die Zeilen beschreiben vier verschiedene Ansätze bzw. Zusammenhänge, wie diese Teilbereiche unter einander zusammenhängen.

[3] An dieser Stelle werden die Grobziele 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 und 3.9 des Bereichs 3 nicht näher erläutert, da diese in dieser empirischen Studie nicht näher betrachtet werden. Für nähere Erläuterungen ist der Lehrplan der Mathematik der Primarstufe, erstellt durch die IEDK, zu konsultieren (siehe *11. Literaturverzeichnis*).

Die daraus resultierenden Lernziele, welchen der Mathematikunterricht dementsprechend gerecht werden sollte, können folgendermassen definiert werden:

- Der Mathematikunterricht soll der Schülerin und dem Schüler die Möglichkeiten geben, schöpferisch tätig zu sein.
- Der Mathematikunterricht soll der Schülerin und dem Schüler die Möglichkeiten geben, rationale Argumentationen zu üben.
- Der Mathematikunterricht soll der Schülerin und dem Schüler die Möglichkeiten geben, die praktische Nutzbarkeit der Mathematik zu erfahren.
- Der Mathematikunterricht soll der Schülerin und dem Schüler die Möglichkeiten geben, formale Fertigkeiten zu erwerben (vgl. Winter, 1975, zit. nach Wittmann, 1981, S. 47).

3.1.4. Unterrichtsplanung auf systematischer Basis (nach Wittmann)

Nach Wittmann (1981) wird vorgeschlagen, die Unterrichtsplanung in die folgenden drei Etappen aufzuteilen:

- Intuitive Vorarbeit
- Systematische Herstellung einer Entscheidungsbasis (Didaktische Analyse)
- Unterrichtsvorlage (Überarbeitung der intuitiven Vorstellungen) (vgl. ebd., S. 157).

Im Folgenden werden diese drei Etappen genauer beschreiben:

a) Intuitive Vorarbeit

Bei dieser Phase geht es darum, eine Sequenz von Unterthemen zu erarbeiten, welche sich schliesslich im Überthema (z.B. Längenmasse) treffen und ein Ganzes bilden. Wie weit jedoch diese verfeinerte didaktische Analyse erarbeitet wird, hängt von Faktoren wie (1) *dem Thema*, (2) *der eigenen Vertrautheit mit dem Thema*, (3) *den Hilfsmitteln*, (4) *der Erfahrung beim Unterrichten* und (5) *der verfügbaren Zeit* ab (vgl. ebd., S. 157).

b) Systematische Herstellung einer Entscheidungsbasis (Didaktische Analyse)

Im Folgenden werden sieben Unterkategorien beschrieben, denen man sich während der Vorbereitung widmen sollte. Es können aber nicht alle Unterkategorien auf alle Themen der Mathematik angewandt werden. „Die Vorbereitung einer Unterrichtseinheit ist daher gewöhnlich mit der *Erarbeitung eigener Einsicht* verbunden“, so Wittmann (S. 158).

- Mathematische Analyse des Lerninhalts
- Bezüge des Inhalts zu ausserschulischen Bereichen
- Psychologische Analyse der Lernvoraussetzungen
- Hilfsmittel (Medien) für das Lernen
- Curriculare Rahmenbedingen und augenblicklicher Stand des Unterrichts
- Genetische Erschliessung des Lerninhalts unter Berücksichtigung allgemeiner Lernziele
- Überprüfung des Lernfortschritts und der Lernergebnisse (vgl. ebd., S. 158ff.)

Für weiterführende Erläuterungen und Anregungen sowie zahlreiche Vorschläge bezüglich der zu stellenden Fragen der Unterkategorien ist Wittmann (1981) zu konsultieren.

c) Unterrichtsvorlage (Überarbeitung der intuitiven Vorstellungen)

Wichtig, so Wittmann (1981), ist es, dass jeweils „[…] die Strukturierung des Unterrichts in Form einer zusammenhängenden Sequenz […]“ (ebd., S. 160) dargestellt wird. Gerade wenn eine Thematik in verschiedene Unterthemen gegliedert wird, muss der Zusammenhang klar ersichtlich sein (ebd., S. 160).

In diesem Kapitel wurde eine grobe Übersicht über die wichtigsten Teilbereiche der Mathematikdidaktik, welche umrahmt wurden von der Begriffserklärung, dargestellt. Dabei wurden neben einem Bezug zum offiziellen Lehrplan des Kantons Wallis allgemeine Ziele und Aufgaben des Mathematikunterrichts nach Winter (1975) eine prägnante Darstellung zur Unterrichtsplanung nach Wittmann (1981) dargestellt. Von den allgemein gültigen Aspekten der Mathematikdidaktik wird nun im folgenden Kapitel die Thematik *des Sachrechnens* näher diskutiert:

3.2. Sachrechnen

3.2.1. Historischer Wandel des Sachrechnens

Im Verlaufe des 19. Jahrhunderts setzten sich Ideen bezüglich der Rechenunterrichts-Reform durch, welche ganz im Sinne der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das reale Leben standen. Diesbezüglich wurden vorwiegend folgende drei Richtungen postuliert: (1) Die Auswahl des Rechenstoffes definierte sich nach *praktischen Gesichtspunkten* wie jene des Schullebens, der Bekleidung, der Heizung u.ä., (2) die Auswahl der Themen definierte sich *nach Sachgebieten* wie jene der Naturkunde, der Geschichte oder aber der Geografie oder (3) die Auswahl der Sachaufgaben definierte sich *nach dem arithmetischen Stoff*, d.h. nach Zahlen, Operationen oder Grössen. In dieser Zeitepoche fand vorwiegend die dritte Richtung Eingang in den schulischen Unterricht (vgl. Franke, 2003, S. 6f.).
In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde das Sachrechnen von der reformpädagogischen Bewegung „Vom Kinde aus“ beeinflusst. Zur Veranschaulichung dieser Periode werden nun die Ansichten von drei Didaktikern kurz aufgelistet: (1) Kühnel (1925) fordert, dass der Mathematikunterricht den Schülerinnen und Schülern Aufgabenstellungen offeriert, welche schliesslich diese dazu auffordern, angewandte Aufgaben, bei denen sich die Schülerinnen und Schüler vertieft auseinandersetzen müssen, zu lösen (vgl. Kühnel, 1925, zit. nach Franke, 2003, S. 9f.). (2) Gerlach (1943) besagt, dass die Sachgebiete, welche im Sachrechnen behandelt werden, einerseits aus den Erfahrungsgebieten der Schülerinnen und Schülern, andererseits aus Lesebuchtexten wie auch aus Zeitungen und Annoncen herausgenommen werden müssen (vgl. Gerlach, 1943, zit. nach Franke, 2003, S. 10f.). (3) Bei Kempinskys (1923) Ansicht, welche unter anderem einen starken Einfluss auf den heutigen Begriff des Sachrechnens nimmt, steht bereits die Sache im Mittelpunkt. Die Zahl dient hier lediglich als Werkzeug. Nach Kempinsky (1923) ist es der natürliche Zwang (Bedürfnis), welcher schliesslich zum Rechnen anregt (vgl. Kempinsky, 1923, zit. nach Franke, 2003, S. 13).
Während der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, der Nachkriegszeit, wurde an die Philosophien der Reformpädagogik angeknüpft. Das folgende Zitat nach Breidenbach (1969) zeigt dies in wenigen Worten auf: „Wir müssen als Lehrer diese in der Sache liegenden Schwierigkeiten aufsuchen und versuchen, sie durch methodische Hilfe zu mildern“ (Breidenbach, 1969, S. 177, zit. nach Franke, 2003, S. 14). Im Folgenden werden nun drei Richtungen dieser methodischen Arbeit erläutert: (1) *Aufbereitung von Sachaufgaben mittels Simplex-Komplex-Verfahren*, wobei Aufgabenstellungen nach dem *Simplex-Verfahren* (nur) eine Grösse (z.B. kg) und jene nach dem *Komplex-Verfahren* mehrere Grössen (z.B. kg und sFr.) beinhalten. (2) *Rechenbäume als Darstellungsform von Lösungswegen*: Diese Darstellungsform beinhaltet sowohl Zahlen und Grössen als auch Operationszeichen und kann als möglichen Lösungsweg einer Sachaufgabe bezeichnet werden. (3) *Verbale Lösungshilfen zur Bearbeitung von Sachaufgaben*: Dies sind Ablaufschemata, wie eine Sachaufgabe gelöst werden kann (vgl. ebd., S. 14f.).
Ab den 80er Jahren vollzog sich schliesslich dann der grosse Wandel, wobei der Sachrechenunterricht an die guten Aspekte der Reformpädagogik und der Nachkriegszeit angeknüpft hat. Durch diese letzt genannten Aspekte kann Ende des 20. und anfangs des 21. Jahrhunderts der Begriff des Sachrechnens wie folgt definiert werden (vgl. ebd., S. 19):

3.2.2. Begriffserklärung (nach Franke): Das neue Sachrechnen

Im traditionellen Sinne steht beim Sach*rechnen* der Schwerpunkt auf dem *Rechnen.* Dabei geht es um das Anwenden von mathematischen Modellen, um so Aufgabenstellungen

zu lösen. Der Begriff des *Sach*rechnens im heutigen Sinne legt die Betonung nicht mehr auf das Rechnen, sondern viel mehr auf die *Sache.* Somit ergeben sich folgende vier Ziele: (1) Sachrechnen dient zur Erschliessung der Umwelt mit mathematischen Mitteln, (2) Sachrechnen unterstützt das Verstehen von Phänomenen und Erscheinungen des Alltags, (3) Sachrechnen greift die kindliche Erfahrungswelt auf und erhellt diese und (4) Sachrechnen eröffnet den Kindern neue Welten (vgl., ebd. S. 5). Somit kann zusammengefasst werden, dass in der heutigen Zeit nicht nur mehr gerechnet wird, sondern „[…] es wird gemessen, gezählt, geschätzt und verglichen, es werden Daten gesammelt und grafisch dargestellt, Zufallsprozesse beschrieben und Zuordnungen vorgenommen“ (ebd., S. 5).
Neben den oben aufgeführten Zielen definieren sich vorwiegend drei Funktionen aus den Spannungsfeldern zwischen *Problemlösen, mathematischer Modellierung* und *Umwelterschliessung* (vgl. ebd., S. 21ff.). Im Folgenden werden die ersten zwei Funktionen, namentlich das Problemlösen und die mathematische Modellierung, kurz erläutert:

3.2.3. Problemlösen

Franke (2003) definiert zuerst einmal den Begriff des Problems wie folgt: „Ein Problem ist keine objektive Gegebenheit. Es entsteht, wenn ein Mensch ein Ziel hat und nicht weiss, wie er dieses Ziel erreichen soll“ (ebd., S.69). Zum Lösen eines solchen Problems können die vier folgenden Phasen den Weg beschreiben: (1) *Verstehen der Aufgabe*, (2) *Ausdenken eines Planes*, (3) *Ausführen des Planes* und (4) *Rückschau* (vgl. Polya, 1995, zit. nach Franke, 2003, S. 70). Für weiterführende Erläuterungen dieser vier Phasen ist Polya (1995) zu konsultieren.

3.2.4. Mathematische Modellierung

Zahlreiche Rechenverfahren zu beherrschen, sichert noch nicht die Kompetenz, die Mathematik in der Realität, namentlich im wirklichen Leben, umzusetzen. Es ist vielmehr von grosser Bedeutung, dass die Schülerinnen und Schüler „[…] mathematische Modelle von realen Situationen bilden können“ (ebd., S. 74). So kann aus mathematischen Theorien und Zusammenhängen auf Modelle geschlossen werden, welche für aussermathematische Bereiche und schliesslich zur Bildung von Kausalitäten und Argumentationen nützlich sein können. Und es ist genau diese Modellbildung, welche das Sachrechnen fordert.
Es wird nun ein Modell mit vier Phasen zum Modellbildungsprozesses nach Blum (1985) stichwortartig skizziert: (1) *Reale Situation,* (2) *Reales Modell,* (3) *Mathematisches Modell* und (4) *Mathematisches Resultat* (vgl. Blum, 1985, S. 200, zit. nach Franke, 2003, S. 74). Für weiterführende Erläuterungen dieser vier Stufen ist Blum (1985) zu konsultieren.

3.2.5. Sachrechnen als Modellbildungsprozess

Nach Steiner (2007) wird die Aktivität, bei dem bereits erworbene mathematische Strukturen aus der Umwelt bzw. der Realität erkannt werden, wie folgt beschrieben: „Der Vorgang, bei dem wir mathematische Strukturen („Muster“) aus realen Situationen erfassen, wird auch als *Mathematisierung, Mathematisieren* (oder auch als *mathematische Modellbildung*) bezeichnet“ (Steiner, 2007, S. 3).
An dieser Stelle werden nun die zwei oben getrennt aufgelisteten Prozesse, namentlich das Problemlösen und die mathematische Modellierung, in einen inneren Zusammenhang gesetzt und schliesslich auf das Sachrechnen bezogen. Selbstverständlich setzt diese Fusion zweier Prozesse bezüglich eines Problems voraus, dass es sich auch wirklich um ein Problem für die Schülerinnen und Schüler handelt. Diese Fusion kann schliesslich als *Modellbildungsprozess* benannt werden und wird nun näher erläutert: Das Fundament eines jeden solchen Prozesses bildet ein (1) *Sachproblem* (für weiterführende Erläuterungen bezüglich der verschiedenen Arten von Sachproblemen ist Franke (2003) zu konsultieren). Das Sachproblem wird von jeder Schülerin/jedem Schüler nicht gleich verstanden, da die jeweiligen Wissensstände bzw. Voraussetzungen unterschiedlich sind. Generieren die Schülerinnen und Schüler nun ein adäquates (2) *Situationsmodell*, d.h. ein Modell,

welches sich bereits im Vorwissen befindet und abgerufen werden kann, können die Schülerinnen und Schüler ohne grössere Schwierigkeiten zur nächsten Stufe gelangen. Hierbei ist aber wichtig, dass den Schülerinnen und Schülern Zeit gelassen wird, um ein solches Situationsmodell, falls keines generiert werden kann, zu entwickeln. Nun ist es von grosser Bedeutung, dass vom (individuellen) Situationsmodell auf ein (3) *mathematisches Modell* geschlossen werden kann. Dabei wird das Situationsmodell auf den mathematischen Kern reduziert – auch Mathematisieren genannt (vgl. Franke, 2003, S. 79ff.).
Der letzte Schritt, (4) *das Lösen*, kann auf verschiedenen Wegen begangen werden: Ausrechnen (schriftlich, halbschriftlich oder im Kopf), Zählen, Messen und/oder Schätzen. Was für die Schülerinnen und Schüler nun wichtig ist, ist die Lösung in den Sachkontext, namentlich in den Kontext des Sachproblems, zu transferieren. Dies erfordert wiederum einen Wechsel der Denkebene, d.h. von der mathematischen Ebene zur Ebene der Sache (vgl. ebd., S. 82ff.). Nach Steiner (2007) muss nun aber die Lösung noch validiert werden, d.h. es muss überprüft werden, „[…] ob das gefundene Ergebnis der realen Situation angemessen ist und zum besseren Verständnis der Problemsituation beigetragen hat“ (Steiner, 2007, S. 4). Ist dies nicht der Fall, muss dieser Kreislauf erneut begonnen werden (vgl. ebd., S. 4).
Die folgende Abbildung (siehe *Abb.*1) stellt den oben beschriebenen Modellbildungsprozess vereinfacht dar:

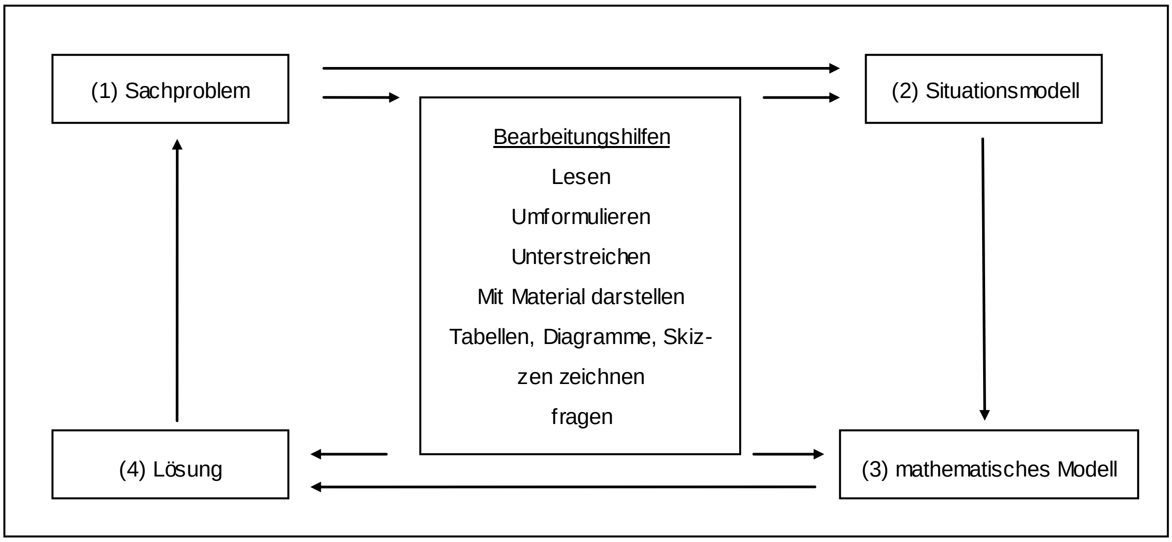


Abb.1: Modellbildungsprozess (Quelle: Franke, 2003, S. 79)

3.2.6. Grössenvorstellungen und ihre Bedeutsamkeit (Paradigmenwechsel)

Werden die Schülerinnen und Schüler in die Thematik eines Grössenbereichs eingeführt, so werden häufig ihre bereits gemachten Erfahrungen „[…] nur ungenügend berücksichtig und die Spezifika der einzelnen Grössenbereiche kaum beachtet“ (Franke, 2003, S. 201). Doch darf nicht vergessen werden, dass durch das Einführen eines Grössenbereichs und den dazu gehörenden standardisierenden Masseinheiten die Grössenvorstellungen nicht entwickelt werden können und somit die Thematik noch nicht fertig erarbeitet ist. Es ist von grosser Bedeutung, dass die Schülerinnen und Schüler mit zahlreichen Aktivitäten am Objekt selber arbeiten können, so dass sie schliesslich „objektgebundene“ Grössenvorstellungen erwerben können (vgl. ebd., S. 201).
Nach Krauthaus und Scherer (2006) gelten bezüglich der Grössenvorstellungen folgende Aspekte zu beachten: (1) Die Schülerinnen und Schüler bringen zahlreiche Vorkenntnisse in den Unterricht, doch der Übergang zum Lösen von Sach- bzw. Problemsituationen erfolgt aber nicht nahtlos, (2) die Schülerinnen und Schüler müssen inhaltliche Vorstellungen haben bzw. Repräsentanten (siehe *Tab. 2*) sich aneignen, (3) diese Repräsentanten

sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Erarbeitung einer solchen Sach- bzw. Problemsituation und (4) das Schätzen ist sehr wichtig für die Schülerinnen und Schüler, da diese mit Hilfe dieses Verfahrens erfahren können, dass das Resultat nicht exakt sein muss. Anbei wird unter *unmittelbaren Grössenvorstellungen,* namentlich jene, die direkt wahrgenommen werden können (z.B. 1 kg oder 1 m) und *mittelbaren Grössenvorstellungen*, namentlich jene, die indirekt wahrgenommen werden können (z.B. 1 t oder 1 km), unterschieden (vgl. Krauthaus & Scherer, 2006, S. 96f.).
Des Weiteren konnte Winter (1985) in einer Befragung von 388 Viertklässlern/-innen folgende Punkte feststellen: Bei der Angabe der Grösse eines erwachsenen Menschen waren 60 % realistisch. Demgegenüber traten Angaben von 26 cm bis hin zu 18,4 m auf. Die Einschätzung eines Parkplatzes bezüglich seiner Länge waren 40 % der Resultate realitätsnah (vgl. Winter, 1985, S. 19, zit. nach Franke, 2003, S. 210). Aufgrund dieser Ergebnisse ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler sich einen Fundus an Repräsentanten (siehe *Tab.* 2) aneignen können, welche schliesslich „objektgebundene" Grössenvorstellungen sicher stellen können (vgl. ebd., S. 210).

3.2.7. Die Entwicklung des Messens von Längen

Bevor die Schülerinnen und Schüler ein Objekt mit Hilfe des geistigen Auges messen können, müssen diese lernen, ein solches Objekt in gleichlange Unterteile zu zerlegen. Nach Nührenbörger (2002), der sich auf Nunes, Light und Mason (1991) sowie auf Schmidt und Weiser (1986) bezieht, können die Schülerinnen und Schüler erst nach dem Aufbau eines Zahlenkonzepts, welches schliesslich als Basis einer grundlegenden Einsicht in der Längenvarianz und -transitivität dient, Objekte unterteilen (vgl. Nunes, Light & Mason, 1991; Schmidt & Weiser, 1986, zit. nach Scherer & Bönig, 2004, S. 42).
Im Folgenden werden nun nach Nührenbörger (2002) drei Kernideen bezüglich des Aufbaus des Messverständnisses aufgezeigt:

- *Auswahl einer Einheit:* Die ausgewählte Einheit muss der Situation entsprechen. Für den Bereich der Längenmasse bedeutet dies, dass die Einheit linear sein muss. Schülerinnen und Schüler in der Primarklasse können diesbezüglich jedoch auf Schwierigkeiten treffen: Anstelle der Linearität bauen diese oftmals „flächige Vorstellungen" auf oder aber treffen auf andere Schwierigkeiten.
- *Vervielfachen von und Zerlegen in Einheiten:* Die Schülerinnen und Schüler müssen entdecken, dass beim Messen keine Überlappungen stattfinden dürfen, da ansonsten die Präzision des Resultats nicht mehr gewährleistet ist. Des Weiteren verlangt der Messkontext bezüglich der Präzision sowohl kleinere bzw. feinere Einheiten als auch ein situatives Verständnis und konventionelle Entscheidungen über die Grenzen.
- *Zählen der Anzahl an Einheiten und Untereinheiten:* Ist das zu messende Objekt in Einheiten und Untereinheiten zerlegt worden, müssen diese nun additiv miteinander verknüpft werden, um die Länge des Objekts zu berechnen (vgl. Nührenbörger, 2002, zit. nach Scherer & Bönig, 2004, S. 42f.).

Nach Nührenbörger (2002) müssen sowohl konventionelle als auch körpereigene Messwerkzeuge in den Prozess integriert werden. Im Unterricht wird das Lineal als erstes konventionelles normiertes Messwerkzeug eingesetzt. Da die Lehrperson dieses Instrument als einfach zu bedienendes Messwerkzeug definiert, fällt es dieser oft schwer, sowohl die Schwierigkeiten seitens Schülerinnen und Schülern als auch die didaktischen Möglichkeiten zu entdecken[4] (vgl. Nührenbörger, 2002, zit. nach Scherer & Bönig, 2004, S. 43).

3.2.8. Grössen als Abstraktion

Bevor an dieser Stelle ein didaktisches Modell für die Bearbeitung der Grössen erläutert wird, wird zuerst der Begriff *der Grösse als Abstraktion* definiert: Franke (2003) schreibt Folgendes dazu: „[…] nach bestimmten Eigenschaften werden zunächst masszahlfreie

[4] Für weiterführende Erläuterungen sowie Umsetzungsmöglichkeiten des Lineals als Messwerkzeug im Unterricht ist Scherer und Bönig (2004) zu konsultieren (siehe *11. Literaturverzeichnis*).

Äquivalenzklassen („…ist so gross wie…“) von Repräsentanten gebildet“ (Franke, 2003, S.196). All diese *Repräsentanten* (Objekte, welche mit den jeweiligen Masseinheiten gemessen werden, z.B. Volumen wird mit Hilfe von Bechern gemessen) einer Kategorie werden zu derselben Grösse gezählt und werden anschliessend mit dieser einen Grösse versehen (vgl. ebd., S. 196f.).
Diese letztgenannte Grösse kann folgendermassen dargestellt werden (siehe *Abb.2*):

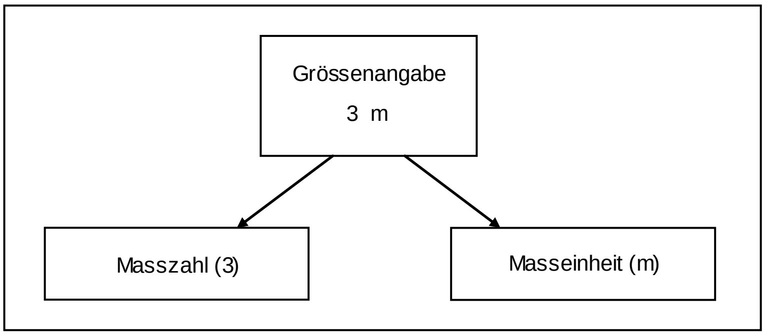


Abb.2: Grössenangaben (Quelle: Franke, 2003, S. 196)

Aus der folgenden Tabelle (siehe *Tab. 2*) können alle Grössen mit ihren einzelnen Bestandteilen, namentlich Repräsentanten, Einheiten, Äquivalenz- und Ordnungsrelationen, herausgelesen werden:

Grössenbereich	Repräsentanten	Einheiten	Äquivalenzrelation	Ordnungsrelation
Längen	Ketten, Stäbe, Strecken, (Strassen, Eisenbahnschienen)	1 km, 1 m (1 dm), 1 cm, 1 mm	Deckungsgleich …gleiche Länge… …ist ebenso lang wie…	…ist kürzer als… …ist länger als…
Geldwerte	Münzen, Geldscheine, Waren	1 Euro, 1 Cent (Rubel, Dollar)	Wertgleich …ist genauso viel wert wie… …ist genauso teuer wie…	…ist weniger wert als… …ist mehr wert als… (…kostet mehr als…) (…ist billiger als…)
Masse, Gewichte	Steine, Lebensmittel, Personen	1 t, 1 kg, 1 g, 1 mg	Gleichschwer …ist genauso schwer wie…	…ist schwerer als… …ist leichter als…
Zeitspannen	Vorgänge, Handlungsabläufe (Dauer eines Films, …)	Jahr, Monat, Woche Tag, 1 h, 1 min, 1 s	…dauert genauso lange wie…	…dauert kürzer als… …dauert nicht so lange wie… …dauert länger als…
Flächeninhalte	Spielfelder, Platten, Legeplättchen, Einheitsplättchen, Blattgrösse (A4)	(km^2, ha, a, m^2, cm^2, mm^2)	Zerlegungsgleich …hat genau so viel Fläche wie…	…hat weniger Fläche als… …hat mehr Fläche als…
Rauminhalte, Hohlmasse (Volumen)	Töpfe, Flaschen, Eimer, Kannen	l (hl, ml) (m^3, cm^3)	Inhaltsgleich …hat genau so viel Inhalt wie…	…hat weniger Inhalt als… …hat mehr Inhalt als…

Tab. 2: Übersicht zu Grössen in der Grundschule (Quelle: Franke, 2003, S. 198)

Da neben dem Mathematikunterricht auch die Grundidee des Sachrechnens die Forderung an die Praxis stellt, den Unterricht stets in den Kontext der Realität zu setzen, wird im folgenden Kapitel die Methode des situierten Lehrens und Lernens näher erläutert:

3.3. Situiertes Lehren und Lernen

3.3.1. Begriffserklärung (nach Reich)

Nach Reich (2006) kann *situiertes Lernen* (engl. „*situated learning*“) wie folgt definiert bzw. in einer Grundthese beschrieben werden: „Die Grundthese des *situierten Lernens* ist konstruktivistischer und interaktionistischer Art […] Menschliche Kognitionen entstehen zwischen intelligenten Individuen in sozialhistorisch definierten Kontexten, in denen sie miteinander interagieren“ (Reich, 2006, S. 207). Aus dieser Grundthese können die zwei Hauptbestandteile des situierten Lehrens und Lernens herauskristallisiert werden: (1) Die sozialhistorisch definierten Kontexte und (2) das miteinander Interagieren.
Einen weiteren Faktor betrifft das Abspeichern von Informationen: Ereignisse, Informationen und Erinnerungen sind aus der Sicht der situierten Kognition nur dann erfolgreich abgespeichert, wenn diese stets in Verbindung mit Aktivitäten, die situativ ablaufen, in Verbindung gebracht worden sind (vgl. ebd., S. 208).
Diese Begriffserklärung möchte ich mit einem Zitat nach Krapp und Weidenmann (2006) abschliessen, welche das Ziel des situierten Lehrens und Lernens bzw. den situierten Lernumgebungen in wenigen Worten zusammenfassen:

> Ziel situierter Lernumgebung ist es, dass die Lernenden nicht nur neue Inhalte verstehen und die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten flexibel anwenden können, sondern darüber hinaus Problemlösefähigkeiten und andere kognitive Strategien entwickeln und selbstorganisiert zu lernen vermögen (Krapp & Weidenmann, 2006, S. 627).

3.3.2. Forderung des situierten Lehrens und Lernens an den Unterricht

Die Vertreter des situierten Lehrens und Lernens bzw. des Situationismus erheben die Forderung an die Schule, dass der Prozess des Lernens stets in den realen Kontext integriert bzw. durch Simulationen solcher Situationen in der Schule gestaltet wird (vgl. Wellenreuther, 2007, S. 70). „Jedenfalls sei es unerlässlich“, so Wellenreuther (2007), „im Unterricht einen stärkeren Bezug zum realen Leben herzustellen“ (ebd., S. 70).
Diese Forderungen lassen sich wie folgt im Unterricht umsetzen (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus [StMUK], 2004): Durch (1) *die Einbettung des Lernens in authentische Problemlösungen (problemorientierter Unterricht, entdeckendes Lernen etc.)* ist es den Schülerinnen und Schülern möglich, anwendbares Wissen sich anzueignen. Dieses Wissen erlaubt es ihnen schliesslich auch, eine Kausalität zwischen Lern- und Verwendungssituation zu erkennen. Weiter sollte der Unterricht (2) *multiple Perspektiven* berücksichtigen, d.h. durch die Berücksichtigung verschiedener Perspektiven wird das Detailwissen interdisziplinär und kann schliesslich in anderen Situationen eingesetzt bzw. abgerufen werden. Da das situierte Lehren und Lernen Ansätze der konstruktivistischen Didaktik aufweist, fordert es (3) *einen Wissensaustausch,* so dass ein kooperativer und diskursiver Austausch über den Lerngegenstand entsteht. Dies sollte von der Lehrperson zwar angeregt und unterstützt, nicht aber geleitet werden. Schliesslich legt das situierte Lehren und Lernen einen grossen Stellenwert auf (4) *die Selbstreflexion,* da mit Hilfe dieser die Schülerinnen und Schüler, wenn der Lerngegenstand aus einer „sicheren“ Distanz betrachtet wird, ihr Wissen erneut fundieren und reflektieren können (vgl. StMUK, 2004).

3.3.3. Träges Wissen (nach Schäfer)

Offeriert man den Schülerinnen und Schülern keine situativen Handlungsrahmen bzw. -räume, so entwickeln sie ein so genanntes „träges Wissen“. Dieses „träge Wissen“ beschreibt Schäfer (2004) wie folgt: „Häufig passieren Situationen, in denen eine Fragestellung oder Aufgabe hinlänglich bekannt erscheint, das notwendige Wissen dazu jedoch nicht abrufbereit ist. Dieses „eigentlich“ vorhandene, aber eben manchmal blockierte Wissen wird „träges Wissen“ genannt“ (Schäfer, 2004, S. 4).

3.3.4. Transferierbares (übertragbares/intelligentes) Wissen

Beim transferierbaren (übertragbaren/intelligenten) Wissen handelt es sich um erworbene Wissensbestände, welche sowohl organisiert und flexibel als auch nutzbar und reflexiv sind. Dies bedeutet, dass der Zugang zu Sachverhalten, Regeln, Begriffen und Prinzipien bezüglich spezifischen Gegenstandsbereichen möglich ist. Weiter gilt diesbezüglich, dass der Begriff des Wissens nicht länger als situations- und kontextunabhängig definiert bzw. gebraucht wird, sondern dass das Wissen stets an Handlungsregeln und Verwendungskontexte gebunden ist (vgl. Pädagogisches Institut der deutschen Sprachgruppe – Bozen, 2004).

3.3.5. Ansätze des situierten Lehrens und Lernens (Strategien)

a) Der Anchored-Instruction-Ansatz (nach CTGV)

Die Entwicklung des *Anchored-Instruction-Ansatzes* der Cognition and Technology Group at Vanderbilt University (CTGV) (1997) war der Ausgangspunkt bzw. das Bedürfnis, das erworbene „träge Wissen“, welches nicht transferierbar ist, zu beseitigen bzw. zu verändern oder gar nicht entstehen zu lassen. Dieser Ansatz geht davon aus, dass den Lernenden eine Art „narrativer Anker“ (Anchored) zur Verfügung gestellt werden muss bzw. die Lernenden in eine Lernumgebung zu verankern, welche möglichst als authentischer Kontext definiert werden kann. Bei diesen „narrativen Ankern“ handelt es sich um Erzählungen oder Beschreibungen von authentischen Sach- bzw. Problemsituationen. Anschliessend an die dargebotene Problemsituation, welche bei den Lernenden Interesse und Neugierde wecken sollte, folgt die Instruktionsphase, in der das nötige Material so präsentiert bzw. zur Verfügung gestellt wird, dass die Lernenden die Problemstellung identifizieren müssen und lösen können. Die Lernumgebungen werden als *generative Lernumgebungen* bezeichnet (vgl. CTGV, 1997, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 629).

b) Der Cognitive-Flexibility-Ansatz (nach Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson)[5]

Der *Cognitive-Flexibility-Ansatz* wurde durch die Überlegungen von Spiro, Feltovich, Jacobson und Coulson (1991) und seiner Arbeitsgruppe der *Columbia University* ins Leben gerufen: Diese Theorie dreht der Vereinfachung der Problemsituationen den Rücken zu und fordert, „[…] den Lernenden statt dessen von Anfang an mit der Komplexität und den Irregularitäten des realen Geschehens vertraut zu machen“ (Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 630). Daher, so die Vertreter dieses Ansatzes, ist es wichtig, dass Lernmaterialien in verschiedenen Zusammenhängen (Kontexten), unter unterschiedlichen Perspektiven, während verschiedenen Zeitpunkten und unter verschiedenen Zielsetzungen dargeboten werden, so dass die Lernenden sich daran gewöhnen, das erworbene Wissen zu transferieren, d.h. dass kein Aufbau von „trägem Wissen“ stattfindet, und die Fähigkeiten entwickeln, dieses Wissen unter verschiedenen situativen Bedingungen anzuwenden (vgl. Spiro et al., 1991, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 630).

c) Der Cognitive-Apprenticeship-Ansatz (nach Collins, Brown & Newman)

Collins, Brown und Newman (1989) beschreiben diese authentischen Lernsituationen folgendermassen bzw. vergleichen dies mit der Analogie der traditionellen Handwerker-

[5] Der *Cognitive-Flexibility-Ansatz* gliedert sich zwar in die kognitivistischen Lerntheorien ein, doch erlaubt es der quantitative Umfang dieser Arbeit nicht, näher auf den Kognitivismus einzugehen.

lehre: So zeigt der Lehrmeister seiner Lehrlingstochter/seinem Lehrling vor, wie die zu erledigende Aufgabe zu lösen ist. Oder anders ausgedrückt: Der Meister macht vor, die Schülerin/der Schüler schaut zu und lernt (Instruktion). Diesbezüglich werden solche soziale Gefüge, bestehend aus Lehrmeister und Lehrtochter/Lehrling als kollaborative Gruppen (community of practice) bezeichnet. Aus dieser Analogie kann das Grundprinzip dieses Ansatzes erläutert werden: Die Lernenden sollen so früh wie möglich mit den realen Problemstellungen ihrer zukünftigen Ausbildung konfrontiert werden. Je länger diese Ausbildung dauert und je mehr verschiedenartige Problemstellungen in verschiedenartigen Kontexten auftreten, umso komplexer wird dieses Lernen bzw. diese Ausbildung. Neben dieser eher kognitiven Seite legt dieser Ansatz einen weiteren Schwerpunkt auf den sozial-kommunikativen Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden, zwischen Lehrmeister und Lehrtochter/Lehrling (vgl. Collins, Brown & Newman, 1989, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 632).
„Das Lernen kann also keine reinen Wahrheiten auf Dauer abbilden, sondern ist selbst als ein Prozess anzusehen, der re/de/konstruktive Teile miteinander verbindet“, so Reich (2006, S. 192). Aufgrund dessen gehe ich in den folgenden Punkten auf den Konstruktivismus bzw. auf die konstruktivistische Didaktik und deren Grundtheorien näher ein:

3.3.6. *Lernen* bei der konstruktivistischen Didaktik

Wie aus der vorhin nach Reich (2006) zitierten Grundthese des situierten Lernens herauszulesen ist, baut dieses ganz klar auf den konstruktivistischen Ansätzen der Didaktik auf. Doch zuerst einmal muss definiert werden, was *Lernen bei der konstruktivistischen Didaktik* bedeutet: (1) Die konstruktivistische Didaktik geht davon aus, dass Lernen ein *aktiver Prozess* ist bzw. nur durch das aktive Mitwirken der Lernenden kann auch schliesslich ein Lernerfolg verbucht werden. Dieser aktive Prozess beruht auf der Motivation, welche die Lernenden stets mit sich tragen sollten. (2) Weiter übernimmt der Lernende bei jedem Lernen *Steuerungs- und Kontrollprozesse*. (3) Als dritten Punkt sieht diese Didaktik das Lernen als *konstruktiven Prozess* an. Denn jeder kognitive Prozess (hier: Lernen) wird von persönlichen Inputs gefüttert, namentlich individuelle Erfahrungs- und Wissenshintergründe. (4) Als nächster Punkt ist zu berücksichtigen, dass das Lernen ein *emotionaler Prozess* ist. Die Emotionen nehmen vorwiegend Einfluss auf die Motivation. (5) Weiter wird das Lernen als *situativer Prozess* betrachtet, da der Lernerfolg dann gesteigert werden kann, wenn das Wissen in realitätsnahen Situationen angewandt werden kann. (6) Und schliesslich besagt die konstruktivistische Didaktik, dass das Lernen stets ein *sozialer Prozess* ist (vgl. Krapp & Weidenmann, 2006, S. 638).

3.3.7. Theoretische Grundideen der konstruktivistischen Didaktik

Im Folgenden werden drei Ansätze, namentlich jener nach Dewey, Piaget und Wygotski, näher erläutert, welche als Eckpfeiler der konstruktivistischen Didaktik zu definieren sind:

a) Ansatz nach John Dewey: Handlungsbezogenes Lernen

Learning by doing, so Deweys Philosophie des Lernens. Nach John Dewey (1985) werden menschliche Erfahrungen durch erfahrene (experienced) und erzeugte (processes of experiencing) Handlungen definiert. In diesen letztgenannten Handlungen wird das Wissen aufgebaut bzw. „[…] durch ein untersuchendes, neugieriges, experimentierendes Verhalten konstruiert […]“ (Reich, 2006, S. 71). Und genau diese Handlungen geschehen durch das aktive Erfahren von Situationen. Von solchen Situationen über die Wahrnehmung der Umwelt, die kontinuierlichen Erfahrungen bis hin zu Verhaltenseigenschaften verleihen dem erworbenen Wissen die Möglichkeit, in kontextbezogenen Situationen verwendet zu werden, was entscheidend für das Lernen ist (vgl. ebd., S. 71).

b) Ansatz nach Jean Piaget: Der Radikale Konstruktivismus

Die Basis des Konstruktivismus nach Jean Piaget bilden die vier Entwicklungsstufen, welche jedes menschliche Lebewesen durchlebt: (1) *Sensumotorisches Stadium*, (2) *Präope-*

rationales Stadium, (3) *Konkretoperationales Stadium* und (4) *Formaloperationales Stadium*. Im kontinuierlichen Durchlaufen dieser Phasen erwirbt jeder Lernende nach und nach die Eigenschaft, seine konstruktivistische Lernfähigkeit zu optimieren und zu regulieren (vgl. ebd., S. 71f.).
Während diesen Phasen entwickelt der Lernende sogenannte *Schemata*, welche ihm stets helfen, Situationen zu bewältigen. Hierbei verwendet Piaget folgende zwei Begriffe: (1) *Assimilation* (aktive Ereignisse der Umwelt werden eingeordnet, strukturiert und angedeutet) und (2) *Akkommodation* (situative Anpassung an verschiedenartige Umweltbedingungen). Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass der Ansatz nach Piaget vorwiegend auf den subjektiven Wissenserwerb ausgerichtet ist, d.h. dass dieser Ansatz, im Gegensatz zu Dewey und Wygotski, der sozialen Interaktion wenig Aufmerksamkeit schenkt (vgl. ebd., S. 71f.).

c) Ansatz nach Lev S. Wygotski: Der Soziale Konstruktivismus

Der Ansatz nach Lev S. Wygotski fokussiert sich vorwiegend auf das Zusammenspiel von Kognition und Sozialisation. Hierbei geht es darum, dass das Wissen (hier: die Wirklichkeit) stets mit Hilfe von sozialen Interaktionen mit anderen Akteuren konstruiert wird. In diesem Zusammenhang findet der Begriff der *Zone der proximalen (nächsthöheren) Entwicklung* Eingang in diesen Ansatz: Diese Stufe definiert eine Lernstufe, bei der die Lernenden bestrebt darin sind, ein neues Niveau des Wissens und Verhaltens mit Hilfe anderer Individuen, welche dieses Wissen bereits verinnerlicht haben, aufzubauen bzw. zu erreichen (vgl. ebd., S. 72f.).
Wie der Ansatz nach Piaget eher subjektiver Natur ist, so schlägt Wygotskis Ansatz eine sozial-kulturelle Richtung ein. „Lerner werden als aktive Gestalter des eigenen Lernprozesses gesehen, wobei Lernen immer dann erfolgreicher abzulaufen scheint, wenn selbstbestimmende Lernprozesse einsetzen, die das Wissen in seiner kulturellen Verankerung und seiner Handlungsperspektive aktualisieren“ (ebd., S. 72). Dieses Zitat nach Reich (2006) verdeutlicht die Bedeutung des kulturellen Aspektes in Wygotskis sozialkonstruktivistischer Lerntheorie.

3.3.8. Erkenntniskritik der konstruktivistischen Didaktik

Wissenschaftlich sollte jede Didaktik durch eine Erkenntniskritik begründet sein, d.h. eine Theorie, die den Ansatz im Blick auf die eingesetzten wissenschaftlichen Methoden und Resultate reflektiert. Nur so kann der Nutzer einer solchen Theorie erfassen, worauf er sich als Weltbild einlässt (ebd. S. 74).
Hält man sich die drei Ansätze vor Augen, so knüpft die konstruktivistische Didaktik vorwiegend an die theoretischen Ansätze von Dewey an – jedoch in sehr kritischer Art und Weise. Dabei nimmt die konstruktivistische Didaktik die Aussage, dass der Mensch bzw. der Lernende ständig durch Erfahrungen (Experimentieren, Ausprobieren etc.) in die Wirklichkeit eingreift und sich somit immer neue Welten aufbaut, auf und führt diese weiter: „Der Mensch ist ein beobachtendes und handelndes, ein schaffendes Wesen […] der aber in der Zivilisation auch zunehmend seine eigenen Probleme schafft, die er zu lösen hat“ (ebd., S. 75).
Wie die pragmatische Theorie nach Dewey definiert sich die konstruktivistische Didaktik vorwiegend durch ihren Bezug zur Praxis. Dabei besagt diese Didaktik, dass der Lernende als Subjekt in die Konstruktion der Wirklichkeit eingreift, somit subjektiv frei ist, diese Wirklichkeit zu konstruieren, dennoch aber in seiner Lebensumwelt „gefangen“ ist bzw. von dieser beeinflusst wird (vgl. ebd., S. 75f.).
Gerstenmaier und Mandl (1995) relativieren die strikte Vertretung des Konstruktivismus und dessen Didaktik und äussern sich diesbezüglich wie folgt: „Versteht man den Konstruktivismus als eine Perspektive und verzichtet man auf einen fundamentalistischen Geltungsanspruch, dann bietet er gegenwärtig vielleicht den vielversprechendsten theoretischen Rahmen für eine Analyse und Förderung von Prozessen des Wissenserwerbs […]“ (Gerstenmaier & Mandl, 1995, S. 883f.).

3.3.9. Leitlinien des problemorientierten und konstruktivistischen Lernens

Konstruktivistische Ansätze wie die oben beschriebenen drei Theorien (siehe *3.3.5 Ansätze des situierten Lehrens und Lernens (Strategien)*) werden stets von problemorientierten Teilen beeinflusst. Im Folgenden werden fünf Leitlinien kurz erläutert, welche einen Rahmen rund ums problemorientierte und konstruktivistische Lernen bilden: (1) *Erste Leitlinie (situiert und anhand authentischer Probleme lernen)*: Hierbei stehen authentische Problemstellungen im Mittelpunkt, welche den Lernenden motivieren sollen, sein Wissen und seine Fähigkeiten entwickeln zu lassen. (2) *Zweite Leitlinie (in multiplen Kontexten lernen)*: Diese Leitlinie appelliert an das bereits erworbene Wissen bzw. an Lernumgebungen, die dieses Wissen in neue Kontexte einzubetten vermögen. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass dieses Wissen zu einem „trägen Wissen" wird. (3) *Dritte Leitlinie (unter multiplen Perspektiven lernen)*: Hierbei ist es wichtig, dass die Lernumgebungen es zulassen, dass der Lernende dieselbe Problemstellung aus verschiedenen Perspektiven betrachten und unter Umständen verschiedenartige Wissenseinheiten benutzen kann, um diese zu lösen. (4) *Vierte Leitlinie (in einem sozialen Kontext lernen)*: Diese Leitidee fordert, dass die Lernumgebungen so gestaltet sind, dass kooperatives Lernen bzw. Problemlösen möglich ist. (5) *Fünfte Leitlinie (mit instruktionaler Unterstützung lernen)*: Will man Überforderung seitens Lernenden verhindern, so müssen die Lehrenden auch Teil an diesem Prozess werden – als Unterstützung und Begleiter (vgl. Krapp & Weidenmann, 2006, S. 640f.).
Als Weiterführung des Zitats nach Reich (2006) (siehe *3.3.1 Begriffserklärung (nach Reich)*) können nun die wesentlichen Begriffe der konstruktivistischen Didaktik genannt werden: (1) Konstruktives Lernen, (2) Re- und dekonstruktives Lernen, (3) Kreatives Lernen, (4) Soziales Lernen, (5) Emotionales Lernen, (6) Individuelles Lernen und schliesslich (7) situiertes Lehren und Lernen (vgl. Reich, 2006, S. 191ff.).

3.4. Mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen (nach Franke)

3.4.1. Begriffserklärung (nach Franke)

Diese letztgenannten Punkte, welche einerseits die Mathematik, andererseits das situierte Lehren und Lernen näher definiert haben, finden alle Eingang in *das didaktische Stufenmodell zur Behandlung von Grössen.* Deshalb wird sich der vierte Teil des theoretischen Bezugsrahmens um dieses Modell nach Prof. Dr. habil. Franke (2003) drehen, welches sich zur Einführung der ersten Einheiten eines Grössenbereichs eignet. Es widerspiegelt die Forderung von Krauthaus und Scherer (2006), dass die Voraussetzung einer erfolgreichen Erarbeitung von Sachproblemen der Erwerb von Grössenvorstellungen ist (vgl. Krauthaus & Scherer, 2006, S. 96f.). Dieses Modell stellt sich aus sieben aufeinanderfolgenden Stufen zusammen, welche in einer Kausalität stehen (vgl. Franke, 2003, S.201ff.).

3.4.2. Stufen des mathematikdidaktischen Stufenmodell

Im Folgenden werden die sieben Stufen des didaktischen Stufenmodells zur Behandlung von Grössen in allgemeiner Form, d.h. nicht spezifisch auf eine Thematik, dargestellt:

Erste Stufe: *Erfahrungen in Sach- und Spielsituationen sammeln*
Schon bereits vor der ersten Unterrichtseinheit werden die Schülerinnen und Schüler mit Grössen konfrontiert. So sortieren die Schülerinnen und Schüler Gegenstände der Grösse nach (unbewusst nach Kriterien), sprechen über die Zeitdauer einer Pause oder helfen der Mutter im Supermarkt beim Abwägen der Früchte. All diese Erfahrungen sollten erkundet und für den Einstieg genutzt werden (vgl. Franke, 2003, S. 202).

Zweite Stufe: *Direktes* Vergleichen von Repräsentanten
In dieser Stufe vergleicht man jeweils zwei Gegenstände (und nur zwei Gegenstände) miteinander. Dabei ist es wichtig, dass dies unter den Relationsbegriffen („…ist so schwer

wie…“) geschieht. Voraussetzung für diesen Vergleich ist jedoch, dass sich die zwei zu vergleichenden Objekte jeweils vor Ort befinden. So können zwei Schülerinnen und Schüler nebeneinander gestellt werden, um so die Grösse zu vergleichen oder aber zwei Mineralflaschen werden nebeneinandergestellt und verglichen usw. Aufgrund von visuellen Wahrnehmungen bzw. Verfälschungen der Wahrnehmung ist dies nicht immer möglich. Eine weiterführende Erarbeitungsmöglichkeit dieser Vergleiche besteht in dem Sortieren vom Kleinsten zum Grössten oder vom Leichtesten zum Schwersten (vgl. ebd., S. 202f.).

Dritte Stufe: ***Indirektes Vergleichen mit Hilfe selbstgewählter Masseinheiten***
Bei der nächsten Stufe wird ein *drittes Objekt als Vermittler* benutzt. So können die Schülerinnen und Schüler bei einem neuen Lehrerpult zuerst mit Hilfe eines Stabes messen, ob das Pult überhaupt durch die Türe geht. Andererseits werden Objekte fürs Messen selber erfunden. Das Lavabo im Klassenzimmer wird mit Hilfe der Trinkbecher gefüllt und so berechnet, wie „Becher-gross“ das Lavabo ist. Wie bereits oben erwähnt wurde (Stufe 1), bringen die Schülerinnen und Schüler zahlreiche Erfahrungen bereits mit und diese Erfahrungen berufen sich oftmals auf konventionelle Masseinheiten. Daher kann es für manche Schülerinnen und Schüler problematisch sein, nun mit „neuen“ Masseinheiten zu rechnen. Anbei muss aber gesagt werden, dass die Schülerinnen und Schüler durch diese „neuen“ Masseinheiten erkennen, dass jedes Resultat anders ist und schliessen so auf die Notwendigkeit der konventionellen Masseinheiten (vgl. ebd., S. 203f.).

Vierte Stufe: ***Indirektes Vergleichen mit Hilfe standardisierter Masseinheiten***
In dieser Stufe begegnen die Schülerinnen und Schüler das erste Mal den standardisierten Masseinheiten. Bezüglich der Grössenvorstellungen ist diese Stufe sehr wichtig. Während dieser Phase sollte neben vielen Übungen der Fokus auf die „Null“ und deren Wert gelegt werden: Beim Lineal ist der Wert „Null“ nicht am Rande, sondern dort, wo die Zahl „0“ steht. Die Digitalwaage muss zuerst auf „Null“ geschaltet werden, bevor man sich wägen kann usw. Einem weiteren Punkt, dem während dieser Stufe Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte, ist die Beziehung zwischen Objekt und Masseinheiten. Die Schülerinnen und Schüler müssen erfahren, dass ihr Schulweg nicht mit dem Lineal gemessen oder aber eine Feder mit der Personenwaage gewogen werden kann. Anbei fällt ein weiteres Augenmerk auf die Genauigkeit. Die Schülerinnen und Schüler müssen erkennen, dass ihr Schulweg auf 100 m genau berechnet wird (vgl. ebd., S. 204ff.).

Fünfte Stufe: ***Umrechnen: Verfeinern und Vergröbern der Masseinheiten***
Zuerst einmal ist es für die Schülerinnen und Schüler wichtig, dass sie die Beziehung zwischen den einzelnen Einheiten erkennen. Diese Beziehungen werden mit Hilfe von Tabellen dargestellt bzw. gelehrt, aus denen die Schülerinnen und Schüler die Beziehung unter den einzelnen Einheiten herauslesen können. Hierbei benennt Franke (2003) das Multiplizieren als *Verfeinern* und das Dividieren als *Vergröbern* (vgl. ebd., S. 206). Beim Umrechnen von Masseinheiten müssen folgende drei Typen unterschieden werden (siehe *Abb.3*):

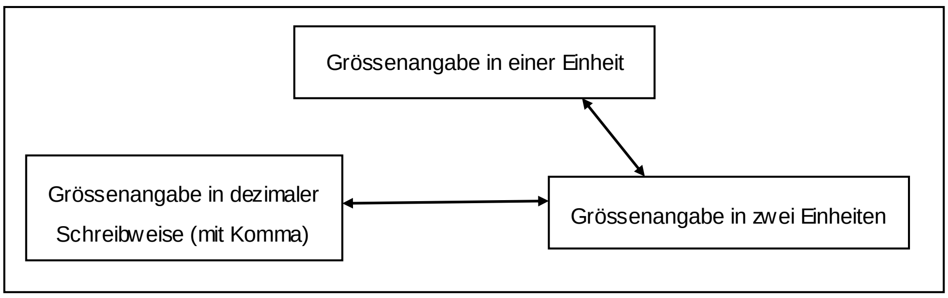


Abb.3: Fälle des Umwandelns (Quelle: Franke, 2003, S. 208)

Sechste Stufe: *Aufbau von Grössenvorstellungen*
Die sechste und vorletzte Stufe wird *dem Aufbau von Grössenvorstellungen* gewidmet: So hilft es den Schülerinnen und Schülern, wenn sie wissen, dass 2 cm der Abstand von zwei Kästchen in ihrem Arbeitsheft, dass 1 t das Gewicht von einem durchschnittlichen Auto oder aber 1 ml das Volumen eines Wasser- oder Regentropfens ist. Hierbei ist es sinnvoll, wenn von zahlreichen kleineren Objekten zu grösseren Objekten geschlossen wird (z.B. 5 Bananen = 1 kg). Dieser Stufe wird im Aufbau von Grössenvorstellungen eine sehr grosse Bedeutung zugesprochen. Auf die Körpermasse darf bei dieser Stufe keineswegs verzichtet werden. „Sie sind wertvolle Stützpunktvorstellungen, wie sie beispielsweise für das Schätzen von Längen unbedingt benötigt werden“, so Franke (2003, S. 210ff.).

Siebte Stufe: *Rechnen mit Grössen*
Die letzte Stufe des Stufenmodells nimmt *das Rechnen mit Grössen* ein. Hierbei geht es darum, mit verschiedenen Einheiten zu rechnen. Doch auch hier darf der Realitätsbezug nicht fehlen. Die Schülerinnen und Schüler müssen sehen, dass nur gleiche Masseinheiten addiert, subtrahiert, multipliziert oder dividiert werden können (vgl. ebd., S. 213f.).
Die unten aufgeführte Abbildung (siehe *Abb.4*) stellt das didaktische Stufenmodell zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003) vereinfacht dar:

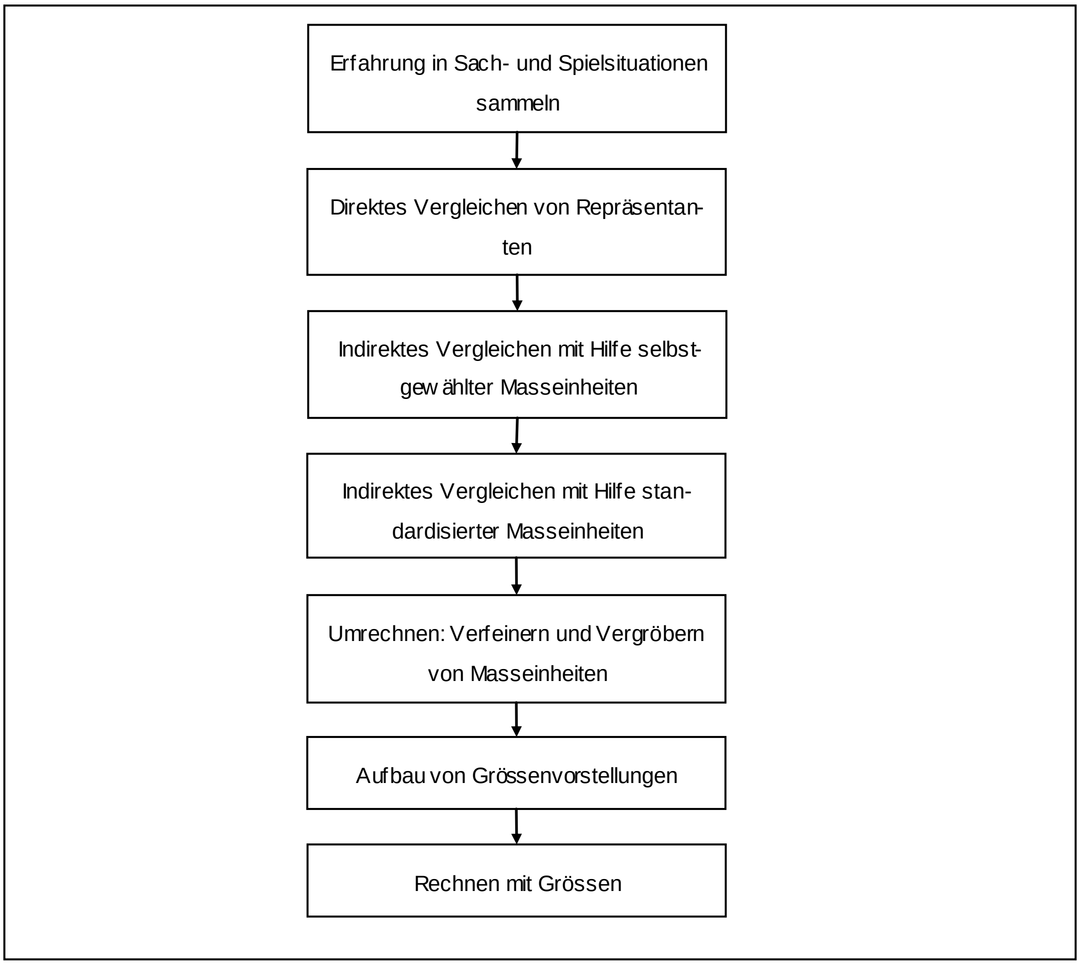


Abb.4: Grafische Darstellung des didaktischen Stufenmodells zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003)

In diesem Kapitel wurde ein mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen dargestellt. Dieses bildet die theoretische Basis für das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ (siehe dazu auch *12. Verzeichnis der Anhänge und* Anhänge).
Im folgenden Kapitel werden kurz und prägnant die Forderung und einige Ansätze bezüglich der Umsetzung der Integration im Mathematikunterricht dargestellt:

3.5. Integration

Ein guter Unterricht […] ist wahrscheinlich für den weniger
Begabten Schüler noch wertvoller als für den Begabten, denn jener
wird leichter als dieser durch den schlechten Unterricht aus der Bahn geworfen.“
(Bruner, 1970, S. 23, zit. nach Scherer, 1995, S. 13)

3.5.1. Begriffserklärung (nach Speck)

Aus dem oben rechts aufgelisteten Zitat nach Bruner (1970) kann herausgelesen werden, dass die weniger begabte Schülerin/der weniger begabte Schüler in den (guten) Unterricht integriert werden sollte. Im Folgenden wird der Begriff der Integration nach Speck (1991) definiert:

> Integration meint nach sozialpolitischem Verständnis den Prozess, durch den bisher außen stehende Personen oder Gruppen zugehörige Glieder einer größeren sozialen Gruppe oder auch Gesellschaft werden soll. Es handelt sich dabei nicht nur um eine reine Assimilation (völlige Anpassung) an ein bereits bestehendes `Ganzes`, sondern um die kombinatorische Schaffung eines neuen Ganzen unter Einbringung der Werte und Kultur der außen stehenden Gruppe in die neue Gesellschaft, bei Erhalt einer eigenen `Identität` (Speck, 1991, S. 294, zit. nach Strasser, 2005, S. 2).

3.5.2. Salamanca-Erklärung

Hält man sich die *Salamanca-Erklärung* vor Augen, welche vom 7. bis zum 10. Juni 1994 von Delegierten aus 92 Regierungen und 25 Organisationen zur Weltkonferenz über die Pädagogik für besondere Bedürfnisse in Spanien verabschiedet wurde, so ist es von grösster Bedeutung, die Integration Einfluss nehmen zu lassen in das zeitgemässe Schulwesen. Diese Erklärung bzw. dieses Dokument richtet ganz klar den Appell an das Schulwesen, dass jedes Kind die Möglichkeit erhalten sollte, ein akzeptables Lernniveau zu erreichen. „Deshalb müssen Schulsysteme entworfen und Lernprogramme eingerichtet werden, die den vielfältigen Eigenschaften und Bedürfnissen eines jeden Kindes Rechnung tragen“ (Irmann & Lauper, 1999, S. 123). Vor allem letztere – die Lernprogramme – kann jede Lehrperson so ausrichten, dass alle Schülerinnen und Schüler dem Regelunterricht folgen können.

3.5.3. Mathematikunterricht für Schülerinnen und Schüler mit besonderen Bedürfnissen

Unter diesem Punkte werden folgende Punkte näher erläutert: (1) Die Veränderung des negativen Selbstkonzepts und (2) die Lebensbedeutsamkeit. In Fächern wie Deutsch oder Mathematik ist ein besonders grosses Potenzial bezüglich Misserfolgserlebnissen vorhanden. Anbei mit dem Misserfolg schleicht sich eine Verringerung der Motivation in den Lernprozess ein, so dass sich schliesslich das Interesse bezüglich des Lerngegenstandes minimiert. Die wohl effizienteste didaktische Strategie, das aus den Misserfolgen entstehende negative Selbstkonzept zu verringern, besteht darin, Situationen der Überforderung und des Misserfolgs zu beheben (vgl. Scherer, 1995, S. 41f.).
So lassen sich folgende drei Punkte bezüglich der Aufgabe der Schule nennen:

- Stärkung des Selbstvertrauens der Schülerin/des Schülers,
- Wecken neuer Lernbereitschaft,
- Steigerung des Leistungswillens (vgl. ebd., S. 41).

Nach Scherer (1995) eignet sich das Sachrechnen sehr gut, um der Lebensbedeutsamkeit im Mathematikunterricht gerecht werden zu können: „Das Sachrechnen hat daher einen herausgehobenen Stellenwert, und eine möglichst lebensnahe Unterrichtsgestaltung im Sinne der Handlungsorientierung ist anzustreben“ (ebd., S. 55).
Folgendes Zitat kann dies unterstützen: „Neben der Vermittlung des notwendigen Wissens und Könnens muss die Schule für Lernbehinderte bestrebt sein, problembezogenes Lernen und umsichtiges Verhalten zu fördern sowie den Mut zu eigenen Versuchen und Einfällen zu unterstützen […]“ (KM, 1977, S. 14, zit. nach Scherer, 1995, S. 63).

4. Theoretische Begründung der didaktischen Relevanz des Konzepts

Unter diesem Punkt wird zu einem ersten Schritt (Punkt 4.1) das kreierte Konzept mit der in dieser Arbeit diskutierten Theorie in Verbindung gebracht. Zu einem zweiten Schritt (Punkt 4.2) werden die zwei Dossiers, das Schüler- und Lehrerdossier, beschrieben. Letzterer Punkt zeigt das eigens für diese Diplomarbeit erstellte Konzept für die Erarbeitung der Thematik *Längenmasse*.

4.1. Theoretische Kohärenz des Konzepts

Wie bereits erwähnt, wird nun das erarbeitete Konzept mit der Theorie in Verbindung gesetzt, welche in dieser Arbeit diskutiert wurde. Dies sind (1) *Mathematikdidaktik,* (2) *Sachrechnen,* (3) *Situiertes Lehren und Lernen und Konstruktivismus,* (4) *Mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen* und (5) *Integration:*

4.1.1. Mathematikdidaktik

a) Ziele des Mathematikunterrichts des Kantons Wallis

Das Konzept bezieht sich vorwiegend auf die zwei folgenden Leitideen: (1) Mathematik zum Entdecken und (2) Mathematik im Alltag (vgl. IEDK, 1991, S. 4).
Anbei werden vorwiegend drei Richtziele berücksichtigt:

- Mathematik betreiben, namentlich das mathematische Handwerkzeug anwenden können bzw. lernen anwenden zu können,
- Mathematisierfähigkeit erwerben, namentlich das Lösen von Sachaufgaben üben und
- die Förderung des Problemlöseverhaltens, namentlich aktiv – entdeckendes Lernen einsetzen und eine gute Kommunikationsfähigkeit pflegen (vgl. ebd., S. 5).

Sowohl das Grobziel 3.1, welches den Schwerpunkt auf die Beziehung zwischen den Einheiten legt, als auch das Grobziel 3.2, welches die Förderung des Vergleichens und Messens von Objekten fordert, kann bearbeitet werden (vgl. ebd., S. 18 f.).
Das Kernziel des Grobziels 3.1, namentlich kennen und anwenden der Längenmasse, kann insofern erreicht werden, als das der Schwerpunkt vorwiegend auf ersterem, dem Anwenden, liegt. Bezüglich der drei Kernzielen des Grobziels 3.2 liegt der Schwerpunkt vorwiegend auf dem zweiten Kernziel (Grössen mit selbstgewählten Einheiten vergleichen und messen) und dem dritten Kernziel (Messinstrumente und Messmethoden kennen und anwenden) (vgl. ebd., S. 18 f.).

b) Allgemeine Aufgaben und Ziele des Mathematikunterrichts (nach Winter)

Die folgende Abbildung (siehe *Tab.3*) zeigt auf, in welchem Bereich bzw. in welcher Zielgruppe nach Winter (1975) sich das Konzept befindet: Der *Mensch* (hier: Schüler/Schülerin) nimmt die Rolle eines Wesens ein, welches den erlernten Stoff einsetzen kann. Die *Mathematik* (hier: Thematik der Längenmasse) wird als Materie betrachtet, welche schliesslich anwendbar ist bzw. in die Realität transferiert werden kann. Die *Schule* (hier: Klasse) zeigt die Wirklichkeit auf und fördert somit die Grössenvorstellungen mit Hilfe des *Mathematisierens.*

Mensch	**Mathematik**	**Schule**	**Mathematikunterricht**
…als gestaltendes, wirtschaftendes, Technik nutzendes Wesen	…als anwendbare Wissenschaft	Förderung des Verständnisses für Wirklichkeit und ihre Nutzung	Mathematisieren lernen

Tab.3: Die Zielsetzung des „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen“ bezüglich der allgemeinen Aufgaben und Zielen des Mathematikunterrichts nach Winter (Quelle: vgl. Winter, 1975, zit. nach Wittmann, 1981, S. 47).

Die vier Ziele (siehe *3.1.3 Allgemeine Aufgaben und Ziele des Mathematikunterrichts (nach Winter)*) werden alle umgesetzt bzw. können von den Schülerinnen und Schülern angestrebt und erreicht werden.

4.1.2. Sachrechnen

Dieses Konzept, das den Schwerpunkt auf die Schulung der Grössenvorstellungen, und somit nicht auf das Rechnen legt und folglich den Paradigmenwechsel des Sachrechnens unterstützt (vgl. Franke, 2003, S. 5), liefert wenige Sachrechnungen, welche schliesslich den Modellbildungsprozess fördern könnten. Doch können die Schülerinnen und Schüler dennoch mathematische Modelle entwickeln, namentlich die Grössenvorstellungen bezüglich der Thematik der Längenmasse, welche schliesslich im realen Leben verwendet werden können. Was letztere Kompetenz betrifft, so ist dieses Konzept so aufgebaut, dass sich die Schülerinnen und Schüler „objektgebundene" Grössenvorstellungen aneignen können. Dies wird vorwiegend während der sechsten Stufe – Aufbau von Grössenvorstellungen – abgedeckt (vgl. ebd., S. 218ff.). Des Weiteren besteht die Möglichkeit, so die Lehrerausgabe, dass die sechste Stufe nicht explizit während einer Lektion erarbeitet wird, sondern viel mehr als Begleitinstrument während der Erarbeitung der Thematik der Längenmasse dient.
Weiter liegt der Schwerpunkt der ersten vier Stufen auf dem Vergleichen und Messen. Beides sind Aktivitäten, welche die Grössenvorstellungen entwickeln lassen. Anbei erhalten so die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich einen Fundus an Repräsentanten anzueignen, der schliesslich stets abgerufen und in realen Situationen verwendet werden kann (vgl. Krauthaus & Scherer, 2006, S. 96f.).

4.1.3. Situiertes Lehren und Lernen und Konstruktivismus

Das Konzept ist nach den Grundprinzipien *des situierten Lehrens und Lernens* erstellt worden: (1) *Sozialhistorischer Kontext/miteinander Interagieren*: Die Schülerinnen und Schüler stehen stets in Kontakt mit ihren Klassenkameradinnen und -kameraden und/oder der Lehrperson, (2*) Speicherung der Informationen in Beziehung mit der materiellen und geistigen Umwelt*: Die Schülerinnen und Schüler sehen sich stets Objekten gegenüber und werden anbei durch Aufgabenstellungen und Aktivitäten gefördert/gefordert und (3) *das Darbieten neuer Situationen im Kontext der Realität:* Den Schülerinnen und Schülern werden stets neue, kontextbezogene Situationen dargeboten.
Nach den oben beschriebenen drei Ansätzen des situierten Lehrens und Lernens (siehe *3.3.5 Ansätze des situierten Lehrens und Lernens (Strategien)*) gliedert sich dieses Konzept unter anderem in den *Anchored-Instruction-Ansatz* ein (vgl. CTGV, 1997, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 629): Den Schülerinnen und Schülern werden „narrative Anker" bzw. Problemsituationen dargeboten, welche durch eine Kontextualisierung der Inhalte definiert werden, so dass schliesslich realistische und komplexe Situationen zu lösen sind. Dies bedeutet, dass die Lehrpersonen neben der in der siebten Stufe – Rechnen mit Grössen – auftretenden Aufgabenstellungen die anderen Stufen in Erzählungen oder Beschreibungen von authentischen Problemsituationen „verankern" müssen (vgl. CTGV, 1997, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 629). Des Weiteren agieren die Schülerinnen und Schüler stets in sozialhistorischen Kontexten (Partner- und Plenumsarbeit) und werden teilweise durch instruktionale Anleitungen gesteuert, was der Grundidee des *Cognitve-Apprenticeship-Ansatzes* gerecht wird (vgl. Collins, Brown & Newman, 1989, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 632). Und schliesslich kann mit Hilfe der Erarbeitung dieses Konezpts das erworbene Wissen (hier: vorwiegend Grössenvorstellungen) in verschiedenen Situationen abgerufen werden. Auf diese Weise wird der Transfer des Wissen gefördert, was die Fähigkeit der Anwendung, Umsetzung und Weiterentwicklung des Wissens unter verschiedenen situativen Bedingungen bedeutet. Dieser Aspekt bezieht sich vorwiegend auf den *Cognitive-Flexibility-Ansatz* (vgl. Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 630).

Der Philosophie des Konstruktivismus, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen (hier: Grössenvorstellungen) selber konstruieren und diese sich stets in sozialer Interaktion befinden, kann mit diesem Konzept gerecht werden (vgl. ebd., S. 638). Die Lehrperson offeriert (nur) die Aufgaben- bzw. die Problemstellung, die eigentliche Lerntätigkeit obliegt aber den Schülerinnen und Schülern.

4.1.4. Mathematikdidaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen

Das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen" ist auf der Basis des didaktischen Stufenmodells nach Franke (2003) aufgebaut. Im Folgenden wird in wenigen Worten beschrieben, wie dieses Stufenmodell an die Thematik der *Längenmasse* angepasst wurde bzw. was darunter zu verstehen ist:

Erste Stufe: *Erfahrungen in Sach- und Spielsituationen sammeln*
Beim Einstieg sollten die Äquivalenzen („…ist so gross wie…", „…ist so hoch wie…" u.a.), die in zahlreichen Variationen im Alltag verwendet werden, genutzt werden. Bezüglich Längenmasse verfügen die meisten Schülerinnen und Schüler bereits über *zahlreiche Erfahrungen* wie das Ballwerfen im Turnen oder die Autofahrt in die Sommerferien. Es ist wichtig, an diese bereits gemachten Erfahrungen anzuknüpfen (vgl. Franke, 2003, S. 215).

Zweite Stufe: *Direktes Vergleichen mit Repräsentanten*
Für die Schülerinnen und Schüler ist es sehr interessant, *Vergleiche* intern der Klasse zu machen wie das Ordnen der einzelnen Schülerinnen und Schülern vom Kleinsten zum Grössten. Da eine Klasse jedoch aus vielen Gliedern einer solchen Ordnung besteht, kann dies doch etwas schwierig werden (vgl. ebd., S. 215f.). Deshalb lohnt es sich,…

Dritte Stufe: *Indirektes Vergleichen mit Hilfe selbstgewählter Masseinheiten*
…ein drittes Hilfsmittel dazu zunehmen wie die Wandtafel oder den Türrahmen, an denen die einzelnen Körpergrössen mit einem Strich markiert werden können, um so ein visuelles Abbild einer solchen Grössenordnung zu erhalten. Weiter lässt sich der eigene Körper bzw. die einzelnen Teile davon als Messinstrument benutzen wie das Messen der Seiten des Pultes mit der Hand oder dem Daumen (vgl. ebd., S. 216f.).

Vierte Stufe: *Indirektes Vergleichen mit Hilfe standardisierter Masseinheiten*
Anschliessend geht man über zu den *standardisierten Masseinheiten*. Hierbei eignet sich das Tafellineal von 1 m sehr gut. Mit diesem können die Schülerinnen und Schüler auf Erkundungstour im Klassenzimmer gehen, um so eine erste Vorstellung zu erhalten, welche Gegenstände bzw. Objekte nahe dieser Grösse von einem Meter sind (vgl. ebd., S. 217).

Fünfte Stufe: *Umrechnen: Verfeinern und Vergröbern der Masseinheiten*
Nun wird mit Hilfe der Skala eine weitere Einheit wie z.B. Zentimeter eingeführt. Hierzu eignet sich das Lineal der Schülerinnen und Schüler sehr gut. Beginnt man mit diesem zu arbeiten, geht man zurück zur vierten Stufe (indirektes Vergleichen mit Hilfe standardisierter Einheiten) (vgl. ebd., S. 217f.). Auch Nührenbörger (2002) schreibt dem Lineal als didaktisches Hilfsmittel eine grosse Bedeutung zu (vgl. Nührenbörger, 2002, zit. nach Scherer & Bönig, 2004, S. 43).

Sechste Stufe: *Aufbau von Grössenvorstellungen*
Beim *Aufbau von Grössenvorstellungen* schreibt Franke (2003) den Körpermassen eine grosse Rolle zu. So misst ein Schritt ca. 1 m oder aber die Fingerspanne einer Schülerin/eines Schülers weist eine Länge von ca. 1 dm (10 cm) auf. Es ist wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler sich dies vorstellen können, um hinter den Ziffern eine Bedeutung zu erkennen. Nicht zuletzt stellt ein Plakat mit Symbolen, welchen Grössen zugeord-

net sind, eine grosse Hilfestellung dar. Dieses Plakat kann als Begleitung während der gesamten Erarbeitung der Thematik verwendet werden (vgl. Franke, 2003, S. 218ff.).

Siebte Stufe: *Rechnen mit Grössen*
Gelangt man nun zur siebten und letzten Stufe, so ist es sehr wichtig, dass die Rechnungen sachbezogen sind (vgl. ebd., S. 221f.).

4.1.5. Integration

Der Aufbau des Konzepts ist so gegliedert, dass die mathematischen Tätigkeiten wie Addieren und Subtrahieren in den Hintergrund treten. Hingegen liegt der Schwerpunkt auf Aufgabenstellungen, bei welchen die Schülerinnen und Schüler aktiv mitarbeiten müssen. Folglich kann so der Lebensbedeutsamkeit des Lerngegenstandes Rechnung getragen werden (vgl. Irmann & Lauper, 1999, S. 123). Dies lässt die Integration von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten im Fachbereich Mathematik zu, da sich diese direkt mit der Realität konfrontiert sehen, und genau diese Konfrontation hilft diesen Schülerinnen und Schülern, der Thematik *Längenmasse* im Regelunterricht zu folgen. Weiter muss durch die Lehrperson sichergestellt werden, dass Situationen der Überforderung und des Misserfogls keinesfalls eintreten (vgl. Scherer, 1995, S. 41f.). Durch dieses oben erwähnte praktische Handeln kann gewährleistet werden, dass Schülerinnen und Schüler mit Leistungsschwächen im Fachbereich Mathematik ihr negatives Selbstkonzept beheben und so dem Lerngegenstand mit (mehr) Motivation und Interesse begegnen und folglich qualitativ bessere Leistung erbringen können. Und nicht zuletzt findet die Partner-, Gruppen- und/oder Plenumsarbeit Eingang in dieses Konzept.

4.2. Schriftliche Form des Konzepts

4.2.1. Die Schülerausgabe

Da die Lehrerausgabe der praktizierenden Lehrperson die Freiheit lässt, zwischen verschiedenen Möglichkeiten auszuwählen, gibt es keine eigentliche Schülerausgabe. Die von den Schülerinnen und Schülern auszufüllenden und zu erarbeitenden Arbeitsblätter sind der Lehrerausgabe beigelegt.

4.2.2. Die Lehrerausgabe

Das Lehrerdossier (siehe *12. Verzeichnis der Anhänge und Anhänge*) ist so aufgebaut, dass es einem konventionellen Lehrmittel (bezüglich Layout) sehr ähnlich kommt: Neben einer kurzen Einführung, wie die Lehrerausgabe aufgebaut ist, lässt sich eine Gliederung nach den sieben Stufen nach Frankes (2003) mathematikdidaktischem Stufenmodell zur Behandlung von Grössen feststellen. Hierbei gliedert sich jede Stufe nach demselben Prinzip: Der anfänglichen *Stufen-Beschreibung*, welche in wenigen Worten den theoretischen Ansatz der Stufe zusammenfasst, folgt eine *Aufgaben-Beschreibung,* welche die Aufgabenstellung der Lehrperson skizziert und schliesslich mit zahlreichen *Möglichkeiten* illustriert ist.
Zu gegebenen Textstellen findet sich ein Ausrufezeichen (⚠), welches der Lehrperson ein besonders wichtiges Faktum aufzeigt. Neben dieser visuellen Hilfestellung umrahmen zahlreiche Illustrationen und Bilder die Lehrerausgabe. Ziel dieser Illustrationen und Bilder ist es, der Lehrperson die Arbeit mit diesem „Lehrmittel" so attraktiv als nur möglich zu machen und gegebenenfalls Anregungen zu präsentieren.
Neben diesen Teilen der Lehrerausgabe, welche doch den Charakter eines Lehrmittels aufweisen, finden die Lehrpersonen A und B jeweils am Ende jeder Stufe einen Kasten, in den sie Beobachtungen, Bemerkungen u.ä. eintragen können (siehe *12. Verzeichnis der Anhänge und Anhänge*). Dieser Kasten dient lediglich der Datensammlung für die Diplomarbeit und würde anschliessend entfernt werden.

5. Wissenschaftliche Fragestellungen der empirischen Studie

Die Theorie, welche auf den vorhergehenden Seiten ausführlich diskutiert wurde, beantwortet die Frage nach der theoretischen Umsetzung des situierten Unterrichts bzw. dessen mögliche Umsetzung mit einem eindeutigen *Ja.* Doch können oftmals in Diskussionen vernommen werden – sowohl von praktizierenden Lehrpersonen als auch von Dozentinnen und Dozenten der Pädagogischen Hochschule Wallis – dass das situierte Lehren und Lernen zwar Vorteile mit sich bringt, doch aber in seiner Umsetzung zu aufwendig und zu zeitintensiv sei und schlicht (nur) von (zu) idealistischen Lehrpersonen durchgeführt werden würde. Auch nach Franke (2003) sprengt oftmals das Schaffen von Sachsituationen den Mathematikunterricht bezüglich der Anforderungen, der vorhandenen Zeit im Stundenplan und der zu bearbeitenden Vorbereitungszeit seitens der Lehrperson (vgl. Franke, 2003, S. 25). Aufgrund dessen wird mit Hilfe dieser empirischen Studie die praktische Umsetzung des situierten Lehrens und Lernens bezüglich der Mathematik an einem expliziten Exempel untersucht. Hierbei werden folgende zwei Bereiche untersucht:
(1) Die Entwicklung der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich der Thematik *Längenmasse* mit Hilfe eines „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen". Folgende wissenschaftliche Frage ergibt sich daraus:

- **Welche Auswirkungen hat die Umsetzung des mathematikdidaktischen „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen" auf die realitätsadäquaten Grössenvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern?**

Folgende Unterfragen können aus der oben aufgeführten wissenschaftlichen Fragestellung formuliert werden:

- *Welche Auswirkungen auf die realitätsadäquaten Grössenvorstellungen können in der 3. Primarklasse bezüglich der Thematik Längenmasse erzielt werden?*
- *Welcher Lernerfolg kann erarbeitet werden?*
- *Können Leistungssteigerungen bei allen Schülerinnen und Schülern, also sowohl bei Schülerinnen und Schülern mit guten als auch schlechten mathematischen Leistungen, erzielt werden?*

(2) Und die praktischen Erfahrungen der Lehrpersonen bezüglich des „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen". Folgende wissenschaftliche Frage ergibt sich daraus:

- **Wie bewährt sich das mathematikdidaktische „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen" bei der Umsetzung in der Unterrichtpraxis in der Primarschule?**

Folgende Unterfragen können aus der oben aufgeführten wissenschaftlichen Fragestellung formuliert werden:

- *Ist dieses Konzept in der Praxis umsetzbar?*
- *Sind die Aufgabenstellungen klar formuliert?*
- *Haben die Lehrenden und Lernenden Spass und Freude bei der Erarbeitung?*
- *Können Schülerinnen und Schüler mit mathematischen Leistungsschwächen während der Erarbeitung dieses Konzepts in den Regelunterricht integriert werden?*
- *Können die Ziele des aktuellen Lehrplans des Kantons Wallis erreicht werden?*

6. Methodisches Vorgehen

„In the practice of research, qualitative and quantitative approaches interact"
(Kvale, 1993, S. 183, zit. nach Scherer, 1995, S. 113)

Aus den zwei oben aufgeführten Fragestellungen lässt sich entnehmen, dass verschiedene Methoden angewandt werden müssen, um Antworten zu erarbeiten: Um die erste Fragestellung bezüglich der kognitiven Fortschritte der Schülerinnen und Schüler beantworten zu können, wird ein *Experiment* (Intervention) durchgeführt, welches umrahmt ist von einem *Pre-* und einem *Posttest*. Die Daten zur Beantwortung der zweiten Fragestellung werden durch *einen Fragebogen mit offen gestellten Fragen* gesammelt. Im Folgenden werden nun diese zwei Ansätze kurz und prägnant skizziert. Weiter wird das gesamte methodische Vorgehen, d.h. von der „Geburt" des Konzepts, der ersten Kontaktaufnahme mit den Lehrpersonen über die Implementierung des Konzepts, aufgezeigt:

6.1. Versuchsanordnung mit einer Gruppe (quantitativ)

Setzt man eine gesamte Gruppe einer experimentellen Intervention aus, so handelt es sich um das „Single Group Design"-Modell. Um den Einfluss des Stimulus X[6] zu messen, ist es von grosser Bedeutung, sowohl vor der Einführung dieser neuartigen Unterrichtsmethode (M_1) einen Test machen zu lassen als auch nach Abschluss (M_2) dieser Unterrichtsreihe. Hierbei handelt es sich um das „Pretest-Posttest Single Group Design"-Modell (vgl. Hayman, 1968, S. 73). Dieser Ablauf kann folgendermassen vereinfacht dargestellt werden:

$$\boxed{M_1 \longrightarrow X \longrightarrow M_2}$$

Abb.5: Grafische Darstellung des „Pretest-Posttest Single Group Design"-Modells

Dieses methodische Vorgehen erlaubt es schliesslich, die kognitiven Fortschritte bezüglich der realitätsadäquaten Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler der Klassen A und B zu sammeln.
Neben diesen Vorteilen gibt es einen nennenswerten Nachteil, dem man bei der Anwendung dieses Modells nicht aus dem Weg gehen kann: Die Schülerinnen und Schüler zeigen mit grosser Wahrscheinlichkeit ein verändertes Verhalten bei der Momentaufnahme M_2 bezüglich der Momentaufnahme M_1 auf, doch kann nicht mit 100%iger Sicherheit gesagt werden, dass diese Veränderung nur durch den Stimulus X (hier: das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen") verursacht wurde (vgl. ebd., S. 73f.).

6.1.1. Quantitative Untersuchung (Studie)

„In einer quantitativen Studie bewegt sich eine forschende Person vom Ausgangspunkt einer Studie (dem Stellen einer Frage) zum Endpunkt (dem Erhalten einer Antwort), und zwar in einer logischen Abfolge […]" (Polit, Beck & Hungler, 2004, S. 67). Um eine Antwort auf diese Frage zu finden, sammelt die forschende Person eine möglichst grosse Quantität an Daten, um so diese letztgenannte Frage so objektiv und genau als nur möglich zu beantworten (vgl. ebd., S. 64f.). Dabei ist der Test (z.B. Pre- und Posttest) das häufigste verwendete wissenschaftliche Instrument, um die individuelle Entwicklung bezüglich des Forschungsgegenstandes zu erfassen (vgl. Bortz & Döring, 2002, S. 189).

6.1.2. Reaktive und nichtreaktive Untersuchungen (Studie)

In der empirischen Sozialforschung wird zwischen den reaktiven (teilnehmend) und nichtreaktiv (nicht teilnehmend) Untersuchungen unterschieden: Erstere, namentlich die reaktiven Untersuchungen, zeichnen sich dadurch aus, dass die forschende Person am Verfah-

[6] Der Stimulus X (hier: „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen") kann auch als Treatment T definiert werden (vgl. Bortz & Döring, 2002, S. 529).

ren (hier: Intervention) teilnimmt, somit ein Teil der empirischen Datenerhebung wird und somit diese auch (teils ungewollt) beeinflusst und letztere, namentlich die nichtreaktiven Untersuchungen, werden ohne die forschende Person durchgeführt (vgl. Polit, Beck & Hungler, 2004, S. 274).

6.1.3. Testitems

Der oben erwähnte Pre- und Posttest setzt sich aus acht Aufgabenstellungen zusammen. Diese Aufgabenstellungen werden als „Items" bezeichnet. Dabei gibt es drei verschiedene Arten von solchen Items: (1) *Items mit offener Beantwortung*, (2) *Items mit halboffener Beantwortung* und (3) *Items mit Antwortenvorgabe*. Bei der für die Datensammlung dieser empirischen Studie verwendeten Art handelt es sich um die *Items mit halboffener Beantwortung*: Dabei wird dem Untersuchungsteilnehmer (hier: Schülerinnen und Schüler der Klassen A und B) die Antwortenformulierung überlassen, dennoch ist nur eine Antwort richtig. Um eine objektive Auswertung der erhobenen Daten zu gewährleisten, muss von der forschenden Person eine Skala oder ein Raster entwickelt werden, nach welcher die Ergebnisse der Items ausgewertet werden (vgl. Bortz & Döring, 2002, S. 212ff.).

6.2. Schriftliche Befragung mit offenen Fragen (qualitativ)

Diese Methode, welche sich vorwiegend für die Befragung von homogenen Gruppen (hier: Lehrpersonen) eignet, erfolgt mit Hilfe eines Fragebogens, welcher nach einer hohen Strukturierbarkeit des Inhalts verlangt (vgl. ebd., S. 253). Der Hauptteil dieses Fragebogens besteht aus offenen Fragestellungen. Mit Hilfe dieses Instruments ist es nun möglich, den Lehrpersonen A und B eine gewisse Freiheit zu lassen, sodass diese auch wirklich ihre Meinung zum Konzept wiedergeben können.

6.2.1. Qualitative Untersuchungen (Studien)

Die oben beschriebene Methode, namentlich der Fragebogen mit offen gestellten Fragestellungen, gehört zur Familie der qualitativen Forschungsinstrumente. In der qualitativen Forschung werden Erfahrungsrealitäten in verbalisierter Form gesammelt. „Dieses qualitative Material scheint „reichhaltiger" zu sein; es enthält viel mehr Details als ein Messwert" (ebd., S. 295f.). Auf diese Weise ist es nun möglich, die Erfahrungsrealität der Lehrpersonen A und B so detailliert als nur möglich zu erhalten.

6.3. Entwicklung des Konzepts

Da das didaktische Stufenmodell nach Franke (2003) für die Erarbeitung von Grössen, namentlich die Themen *Längenmasse, Geldwerte, Massen und Gewichte, Zeitspannen, Flächeninhalte* und *Hohlmasse,* entwickelt wurde, muss zuerst einmal auf eines dieser Themen den Fokus gelegt werden. Da sowohl der Lehrplan als auch die Jahresplanung berücksichtigt werden muss, sind diesbezüglich die Hände gebunden. Die Durchführung der Interventionsstudie wird sich in den Monaten Oktober/November/Dezember abspielen, in welchen die Thematik *Längenmasse* erarbeitet wird bzw. deren Erarbeitung vorgesehen ist.

Neben den Monaten der Durchführung ist es von grosser Bedeutung, dass eine Anzahl von Lektionen angegeben werden kann, um so die Planung des Unterrichts zu optimieren. Diese Anzahl wird sich auf ca. 10 Lektionen beschränken, wobei die Heterogenität zwischen den Schülerinnen und Schülern und den Klassen berücksichtigt werden muss und so keine verbindliche Anzahl der Lektionen angegeben werden kann. Diesbezüglich werden die entsprechenden Lehrpersonen kontaktiert, um das genaue Vorgehen zu besprechen und allenfalls Änderungen bezüglich der Anzahl der Lektionen und/oder der Quantität der Aufgabenstellungen vornehmen zu können.

Bezüglich der Klassen wird die Interventionsstudie in zwei 3. Primarklassen durchgeführt: Klasse A, unterrichtet in einem Dorf im Oberwallis, bestehend aus 19 Schülerinnen und Schülern und Klasse B, unterrichtet in einem Dorf im Oberwallis, bestehend aus 21 Schü-

lerinnen und Schülern, wovon 12 Schülerinnen und Schüler die 3. Primarstufe und neun Schülerinnen und Schüler die 4. Primarstufe besuchen. Die Lehrpersonen dieser zwei Klassen arbeiten sehr oft zusammen, d.h. sie treffen sich mindestens einmal pro Woche, um das weitere Vorgehen zu planen. Auf diese Weise ist es möglich, die Objektivität der anschliessenden Befragung zu optimieren, da einerseits der Unterrichtsstil dieser zwei Lehrpersonen simultan bezüglich der Wochen- und Jahresplanung abläuft, andererseits aber dieses Modell einen neuen Faktor im Unterricht dieser zwei Lehrpersonen darstellt und jede Lehrperson unabhängig von der anderen Erfahrungen damit sammeln wird.
Neben den Lehrpersonen war es wichtig, dass die Elternschaft von diesen Klassen in Kenntnis gesetzt wurde. Somit wurde allen Eltern dieser Schülerinnen und Schüler einen Brief von ihrem Sohn/ihrer Tochter nach Hause mitgegeben.
Als letzten organisatorischen Schritt musste die Schulkommission, welche unter der Leitung von Herrn Y[7] aus insgesamt 11 Mitgliedern besteht, in Kenntnis gesetzt werden. Aufgrund dessen, dass diese Schulkommission die Schulgemeinden A und B umfasst, wurde zwei Mal denselben Schulpräsidenten angeschrieben. Die Bestätigungen wurden bis spätestens am 21. 9. 2007 zurückgesandt. Im Anhang sind alle Briefe, Informationsblätter sowie Bestätigungsformulare aufgeführt (siehe *12. Verzeichnis der Anhänge und Anhänge*).

6.4. Implementierung des Konzepts

Vor der eigentlichen Zusammenarbeit mit den Lehrpersonen A und B fand ein erstes persönliches Treffen statt, welches im Sinne des Kennenlernens stand, da bis zu diesem Zeitpunkt die Bestätigung der Schulkommission für die Klasse B noch nicht erhalten wurde. Somit war dieses Gespräch für beide Parteien unverbindlich. Dieses Gespräch nahm eine Zeitspanne von ca. 45 Minuten ein und fand mit der Lehrperson A am 18. 9. 2007 und mit der Lehrperson B am 24. 9. 2007 statt.
Nachdem die Lehrerausgabe vollständig ausgearbeitet war, wurde diese per Post an die Lehrpersonen A und B gesendet. Dies fand bis spätestens am 12. 10. 2007 statt (Beginn der zweiwöchigen Herbstferien), da so die Lehrpersonen A und B während den Herbstferien genügend Zeit hatten, das Dossier durchzuarbeiten.
Wie bereits oben aufgeführt, wurde vor der eigentlichen Durchführung mit jeder der zwei Lehrpersonen ein persönliches Gespräch geführt, um das genaue(re) Vorgehen zu besprechen. Dieses Treffen fand mit der Lehrperson A am 25. 10. 2007 und mit der Lehrperson B am 22. 10. 2007 statt, da gegebenenfalls Änderungen bezüglich Aufgabenstellungen, Anzahl der Lektionen etc. vorgenommen werden mussten. Diesbezüglich wurde eine grosse Kooperationsfähigkeit und Offenheit für innovative Vorschläge seitens der Lehrperson an den Tag gelegt, da darin nur ein Vorteil für das Konzept, ferner für diese empirische Studie, gesehen wurde. Während diesem Treffen wurden allfällige Fragen geklärt, die Intervention besprochen und das weitere Vorgehen geplant.
Einige Tage vor Beginn der Durchführung fand ein zweites Treffen statt, bei welchem letzte Fragen geklärt und bei Bedarf die Intervention erneut besprochen wurde. Bei dieser Gelegenheit erhielten die Lehrpersonen jeweils das gesamte an die jeweilige Klasse angepasste Material.
Die eigentliche Durchführung wurde von der Lehrperson selber organisiert und durchgeführt. Die Lehrperson A begann, da diese bereits zwei Wochen mit dem Mathematikunterricht in Verzug war, am 12. 11. 2007 und die Lehrperson B direkt nach den Herbstferien, folglich am 29. 10. 2007.

[7] Aus Gründen des Datenschutzes wird der Schulpräsident mit dem Grossbuchstaben Y benannt. Der Name des Schulpräsidenten ist dem Autor bekannt.

6.5. Datensammlung…

6.5.1. …der Schülerinnen und Schüler (als Teilnehmer)

Vor dem Beginn der Durchführung mussten die Schülerinnen und Schüler dieser zwei Interventionsklassen einen Test (Pretest) zur Erfassung der Kenntnisse bezüglich der Thematik *Längenmasse* ausfüllen. Dieser Test wude in Form einer formativen Prüfung ausgeführt, d.h. er dient als Vergleich für die am Ende dieser Interventionsstudie durchgeführte Lernkontrolle (Posttest). Letzterer hatte sowohl formativen als auch summativen Charakter: Formativen deswegen, weil dieser für diese Studie als Vergleich zum ersten Test diente, und summativen Charakter deswegen, weil die Schülerinnen und Schüler eine fürs Jahreszeugnis geltende Note erhielten.

6.5.2. …der Lehrpersonen (als Teilnehmer)

Die Lehrpersonen A und B erhielt am Ende jeder Lektion bzw. Stufe einen Fragebogen mit offen gestellten Fragestellungen, wobei sie für jede gehaltene Lektion bzw. Stufe Notizen bezüglich der folgenden vier Fragestellungen festhalten musste. Diese Daten nahmen keinen Einfluss auf deren Darstellung und Interpretation. Sie dienten bzw. dienen ausschliesslich als Inputs für allfällige Veränderungen und/oder Verbesserungen des Konzepts:

- Ist die Lektion bzw. die Stufe, wie sie in der Lehrerausgabe skizziert ist, durchführbar bzw. welche Änderungen müssen vorgenommen werden?
- Konnten sich die Schülerinnen und Schüler mit den Aufgabenstellungen identifizieren, d.h. sind die Aufgabenstellungen verständlich? Traten Schwierigkeiten auf? Wenn ja, welche?
- Hatten Sie als Lehrende als auch die Schülerinnen und Schüler als Lernende Spass bei der Erarbeitung dieser Lektion bzw. dieser Stufe?
- Konnten Ihrer Meinung nach die Schülerinnen und Schüler, welche die PSH besuchen, der Lektion bzw. der Stufe folgen?

Am Ende der Intervention mussten die Lehrpersonen A und B zu jeder der folgenden fünf Fragestellungen, welche sich in allgemeiner Form mit dem Konzept befassen, Stellung nehmen:

- War das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ durchführbar bzw. welche Änderungen müssen vorgenommen werden?
- Konnten sich die Schülerinnen und Schüler mit dem „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ identifizieren, d.h. sind die Aufgabenstellungen verständlich? Traten Schwierigkeiten auf? Wenn ja, welche?
- Hatten Sie als Lehrende als auch die Schülerinnen und Schüler als Lernende Spass bei der Erarbeitung des „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen“?
- Konnten Ihrer Meinung nach die Schülerinnen und Schüler, welche die PSH besuchen, mit der Erarbeitung des „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen“ in den Regelunterricht integriert werden?
- Konnten durch die Erarbeitung mit dem „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ die Grobziele nach dem Lehrplan des Kantons Wallis bezüglich der Thematik „Längenmasse“ der 3. Primarstufe erreicht werden? Wenn nein, warum?

Am Ende dieser Intervention wurde ein abschliessendes Gespräch mit jeder Lehrperson gehalten, um so das Konzept in all seinen Details zu besprechen. Hierbei nahmen die Lehrpersonen ihr Tagebuch bzw. den Fragebogen mit den offen gestellten Fragestellungen zu Hilfe. Im Unterschied zu den Schülerinnen und Schülern wurde bei den Lehrpersonen nicht berücksichtigt, welchen Wissensstand bzw. Meinungsstand sie vor der Durchführung der Intervention haben, da dies nicht von Bedeutung dieser empirischen Studie bzw. zur Beantwortung der zweiten wissenschaftlichen Fragestellung war.

7. Durchführung des Konzepts

Die folgende Tabelle (siehe *Tab. 4*) zeigt die zwei Klassen A und B auf, in welchen die Interventionsstudie durchgeführt wurde:

	Klasse A	**Klasse B**
Klassenstufe	3. Primarklasse	3./4. Primarklasse
Lehrperson (Geschlecht)	Männlich	Weiblich
Grösse der Klasse	19	21 (davon *12* aus der 3. Primarstufe und *9* aus der 4. Primarstufe)
Ort	Dorf im Oberwallis (CH)	Dorf im Oberwallis (CH)
Lehrmittel (Mathematik)	Lollipop	Lollipop
Schulkreis	Glis	Glis
Bemerkung	1 Schüler/in besucht die PSH [8]	3 Schüler/innen besuchen die PSH, 2 Schüler/innen befinden sich noch in der Abklärungsphase

Tab. 4: Übersicht der Klassen A und B zu den folgenden Punkten: (1) Klassenstufe, (2) Lehrperson (Geschlecht), (3) Grösse der Klasse, (4) Ort, (5) Lehrmittel (Mathematik), (6) Schulkreis und (7) Bemerkung.

Die folgende Tabelle (siehe *Tab. 5*) zeigt in zusammenfassender Form alle Telefonate und Treffen auf, welche vor, während und nach der Durchführung mit den Lehrpersonen A und B durchgeführt wurden:

		Lehrperson A	**Lehrperson B**
Gespräche/Treffen (inkl. Daten)	**24. 08. 2007** (Anfrage zur Mitarbeit)		X (10‘)
	27. 08. 2007 (Anfrage zur Mitarbeit)	X (5‘)	
	18. 09. 2007 (unverbindliches Treffen)	X (45‘)	
	24. 09. 2007 (unverbindliches Treffen)		X (45‘)
	12. 10. 2007 (Übergabe des Ordners)	X (30‘)	
	12. 10. 2007 (Übergabe des Ordners)		X (20‘)
	22. 10. 2007 (Besprechung der Intervention)		X (60‘)
	25. 10. 2007 (Besprechung der Intervention)	X (30‘)	
	13. 12. 2007 (Abschluss der Intervention)	X (50‘)	
	13. 12. 2007(Abschluss der Intervention)		X (90‘)
	Total (min.)	**160‘**	**225‘**

Tab. 5: Übersicht über die Gespräche und die Treffen mit den Lehrpersonen A und B

[8] Die Pädagogische Schülerhilfe (PSH) bietet Schülerinnen und Schülern mit besonderen Bedürfnissen bezüglich verschiedener Fachbereiche eine Unterstützung an, welche sowohl integrativ als auch ausserhalb des Regelunterrichts stattfinden kann.

8. Darstellung der erhobenen Daten

Unter diesem Punkt werden nun die erhobenen Daten dargestellt. Dabei wird bereits eine Differenzierung vorgenommen: Unter Punkt 8.1 sind die gesammelten Daten des Pre- und Posttests der Schülerinnen und Schüler aufgezeigt (für die genauen Resultate, siehe *Anhang III Tab.10 & 11*) und unter Punkt 8.2 die Daten, welche von den Lehrpersonen A und B bezüglich der Arbeit mit dem Konzept erhoben wurden:

8.1. Bezüglich Fragestellung 1: Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler

Die unten aufgeführten Tabellen (siehe *Tab.6 & 7*) zeigen von jeder Schülerin/jedem Schüler der Klasse A und B die Eingliederung der Items bezüglich der vier Felder auf.[9] Dabei gilt (nähere Erläuterungen bezüglich der Tabellen 6 und 7 sind auf der folgenden Seite zu finden):

- Resultat ist realitätsnahe (RW+), Resultat ist realitätsfern (RW-).

Klasse A[10]		Feld			
		Pretest (RW+) Posttest (RW+)	**Pretest (RW-) Posttest (RW+)**	**Pretest (RW+) Posttest (RW-)**	**Pretest (RW-) Posttest (RW-)**
Schülerin/Schüler (Nr.)	1	1 (a)	4 (b, d, f, h)	1 (c)	2 (e, g)
	2	3 (a, c, h)	1 (e)	1 (g)	3 (b, d, f)
	3	4 (a, c, g, h)	1 (e)	1 (b)	2 (d, f)
	4	-	3 (e, g, h)	1 (a)	4 (b, d, e, f)
	5	2 (e, g)	-	1 (c)	5 (a, b, d, f, h)
	6	-	2 (a, b)	-	6 (c, d, e, f, g, h)
	7	3 (a, c, e)	2 (g, h)	-	3 (b, d, f)
	8	3 (a, c, e)	1 (h)	-	4 (b, d, f, g)
	9	2 (a, c)	2 (g, h)	1 (f)	3 (b, d, e)
	10	2 (a, c)	2 (b, h)	-	4 (d, e, f, g)
	11	2 (a, e)	1 (h)	1 (c)	4 (b, d , f, g)
	12	1 (c)	1 (h)	2 (a, d)	4 (b, e, f, g)
	13	-	2 (a, h)	1 (g)	5 (b, c, d, e, f)
	14	3 (a, g, h)	1 (b)	-	4 (c, d, e, f)
	15	-	3 (d, e, g)	3 (a, c, h)	2 (b, f)
	16	1 (c)	2 (e, h)	4 (a, b, d, g)	1 (f)
Total		**27**	**28**	**17**	**56**

Tab.6: Eingliederung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A bezüglich der Abweichung zum Richtwert

[9] Eine Einteilung der Resultate der einzelnen Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Interventionsklasse bezüglich der acht Items kann aus den Tabellen im Anhang herausgelesen werden (siehe *Anhang III Tab.15a, 15b, 16a & 16b*).

[10] Drei Schülerinnen und Schüler waren entweder des Pre- und/oder des Posttests nicht anwesend.

Klasse B[11]		Feld			
		Pretest (RW+) Posttest (RW+)	Pretest (RW-) Posttest (RW+)	Pretest (RW+) Posttest (RW-)	Pretest (RW-) Posttest (RW-)
Schülerin/Schüler (Nr.)	1	**2** (a, f)	**2** (c, g)	**1** (e)	**3** (b, d, h)
	2	**1** (d)	**2** (b, g)	-	**5** (a, c, e, f, h)
	3	**1** (a)	**3** (b, c, g)	-	**4** (d, e, f, h)
	4	**1** (a)	**4** (d, e, f, g)	-	**3** (b, c, h)
	5[12]	-	-	-	-
	6	**3** (a, e, f)	**1** (g)	**1** (h)	**3** (b, c, d)
	7	**1** (e)	**1** (g)	**1** (d)	**5** (a, b, c, f, h)
	8	-	**2** (f, g)	**1** (c)	**5** (a, b, d, e, h)
	9	-	**2** (g, h)	**1** (b)	**5** (a, c, d, e, f)
	10	-	**2** (e, g)	**1** (c)	**5** (a, b, d, f, h)
Total		9	19	6	38

Tab.7: Eingliederung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B bezüglich der Abweichung zum Richtwert

Nähere Erläuterungen zu den Tabellen 6 und 7:

- Wenn der Richtwert (RW) um ca. 10% (für die Richtwerte und deren Abweichungen, siehe *Anhang Tab.14*) unter- oder überboten wurde, gilt das Resultat als *realitätsnahe (RW+),*
- wenn die Abweichung bezüglich des Richtwerts mehr als diesen oben aufgeführten Prozentsatz beträgt, so gilt das Resultat als *realitätsfern (RW-)*,
- die fett gedruckte Zahl bedeutet die Quantität bezüglich jedes Feldes pro Schülerin/Schüler und
- die in den Klammern geschriebenen Kleinbuchstaben bedeuten die jeweiligen Items.
- Weiter gilt: 200 Resultate[13], davon128 Resultate von der Klasse A und 72 Resultate von der Klasse B.

[11] Die Schülerinnen und Schüler mit der Nr. 2 und Nr. 8 besuchen bezüglich des Fachbereichs Mathematik die PSH. Die Schülerin/der Schüler mit der Nr. 10 wurde inzwischen abgeklärt und besucht ab Januar 2008 die PSH bezüglich des Fachbereichs Mathematik.

[12] Diese Schülerin/dieser Schüler hat im Posttest zu den Items d) und e) keine Resultate aufgeschrieben. Folglich nehmen die Resultate dieser Schülerin/dieses Schülers keinen Einfluss auf diese empirische Studie.

[13] 200 = Klasse A (16 Schüler/innen * 8 Aufgaben bzw. 8 Resultate der Schülerinnen/Schüler) + Klasse B (9 Schüler/innen * 8 Aufgaben bzw. 8 Resultate der Schülerinnen/Schüler).

Die unten aufgeführte Tabelle (siehe *Tab.8*) zeigt in zusammenfassender Form auf, welche Quantitäten die jeweiligen Felder aufweisen (für eine grobe quantitative Einteilung der Schülerinnen und Schüler der Klasse A und B, siehe *Anhang III Tab.12 & 13*):

Klasse A & B Resultate = 200		Pretest	
		RW +	RW –
Posttest	RW +	36 (A:27 / B: 9)	47 (A: 28 / B:19)
	RW –	23 (A: 17 / B: 6)	94 (A: 56 / B: 38)

Tab.8: Eingliederung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klassen A und B bezüglich der Abweichung zum Richtwert (Zusammenfassung).

Aus der oben aufgeführten Tabelle (siehe *Tab.8*) lässt sich Folgendes feststellen:

- 36-mal waren die Schülerinnen und Schüler sowohl vor als auch nach der Intervention realitätsnahe (RW+/RW+)
- 47-mal waren die Schülerinnen und Schüler nach der Intervention besser als vorher (RW-/RW+)
- 23-mal waren die Schülerinnen und Schüler vor der Intervention besser als nachher (RW+/RW-) und
- 94-mal waren die Schülerinnen und Schüler sowohl vor als auch nach der Intervention realitätsfern (RW-/RW-).

8.2. Bezüglich Fragestellung 2: Das Konzept als Lehrmittel

An dieser Stelle werden die Daten, welche von den Lehrpersonen A und B mit Hilfe der am Ende zu beantwortenden offenen Fragestellungen gesammelt wurden, bezüglich der Durchführung des Konzepts in zusammenfassender Form dargestellt.[14] Dabei werden fünf Schwerpunkte gesetzt: (1) *Durchführbarkeit*, (2) *Verständlichkeit der Aufgabenstellung*, (3) *Lehr- und Lernfreude*, (4) *Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche* und (5) *Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis)*:

8.2.1. Durchführbarkeit

Der erste Teil des Konzepts, namentlich der handlungsorientierte Teil mit dem Messen, Schätzen und Vergleichen, ist sehr gut durchführbar. Auch die Stellenwerttafel als Hilfsmittel funktioniert sehr gut, muss aber besser mit dem darauf folgenden Umwandeln gekoppelt werden. Der Übergang vom Handeln zum Rechnen auf dem Blatt ist zu abrupt.

8.2.2. Verständlichkeit der Aufgabenstellungen

Die Aufgabenstellungen, in Ausnahme jener bezüglich des Messens mit der Schnur, sind ansonsten klar formuliert, wenn auch von der Lehrperson gut erklärt und zu gegebenen Zeitpunkten das Geschehen stärker geleitet werden muss, als dies der Lehrerkommentar vorgibt. Weiter würden Abbildungen als Hilfsmittel zur Verdeutlichung einiger Aufgabenstellungen das Verständnis und die Attraktivität um ein Vielfaches steigern.

8.2.3. Lehr- und Lernfreude

Der Beginn dieses Konzepts, namentlich der handlungsorientierte Teil mit dem Messen, Schätzen und Vergleichen, macht sowohl der Lehrperson als Lehrende/r als auch den Schülerinnen und Schülern als Lernende Spass. Auch bei den Schülerinnen und Schülern, welche die PSH im Fachbereich Mathematik besuchen, breitet sich eine Lernfreude

[14] Die genaue Darstellung der erhobenen Daten der jeweiligen Lehrperson A und B lässt sich im Anhang finden (siehe *12. Verzeichnis der Anhänge und Anhänge*).

aus, was sich schliesslich auch auf die Motivation und somit den Lerneffekt auswirkt. Anbei muss jedoch gesagt werden, dass nach dem handlungsorientierten Teil bzw. beim Rechnen auf dem Blatt die Lernfreude und somit die Motivation ganz klar abnimmt, was sich schliesslich auf die Motivation und den Lerneffekt ausgewirkt.

8.2.4. Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche

Bezüglich der Forderung der Integration kann vorwiegend der erste Teil, namentlich das handlungsorientierte Lehren und Lernen, Rechnung tragen. Die Schülerinnen und Schülern, welche die PSH im Fachbereich Mathematik besuchen, können sehr gut in diesen Teil integriert werden. Neben der Handlungsorientierung sehen sich die Schülerinnen und Schüler stets mit der Interaktion mit anderen Schülerinnen und Schülern konfrontiert, was die Integration erleichtert bzw. erst möglich macht. Doch beim anschliessenden Rechnen auf dem Blatt sind diese schlicht überfordert und der Integration bzw. deren Forderung kann nicht mehr Rechnung getragen werden.

8.2.5. Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis)

Die Ziele des Lehrplans des Kantons Wallis können nicht alle erreicht werden. Jene, welche die handelnden Elemente berücksichtigen, können erreicht werden. Doch damit wirklich alle Lernziele erreicht werden können, müssen mehr Aufgaben zum Rechnen auf dem Blatt erarbeitet werden.

9. Interpretation der erhobenen Daten

Nun werden die im *Kapitel 8* aufgelisteten Daten (unter Berücksichtigung derselben Differenzierung) mit Hilfe des theoretischen Bezugsrahmens interpretiert:

9.1. Bezüglich Fragestellung 1: Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler

Als erstes fällt sicherlich die relativ hohe Anzahl (94-mal) im Feld (RW-/RW-) auf, d.h. die Resultate waren sowohl vor als auch nach der Intervention realitätsfern. Dieser Quantität muss jedoch mit Vorsicht begegnet werden: Denn sie zeigt lediglich auf, dass die Resultate im Bereich RW-, sprich realitätsfern, sind. Was aber nicht herausgelesen werden kann, ist, wie weit die einzelnen Resultate vom Richtwert entfernt sind. Oder anders ausgedrückt: Es kann nicht definiert werden, ob die Schülerinnen und Schüler, obwohl sie sich in diesem Feld befinden, Fortschritte gemacht haben oder nicht bzw. ob sich die Resultate an den Richtwert angenähert oder aber entfernt haben. Weiter ist diesbezüglich anzumerken, dass sich vorwiegend die Aufgabenstellungen *b)* (Länge des Schüler/-innen Pults) und *f)* (Länge des Bleistifts) in diesem Feld einordnen. Die Länge des Schüler/-innen Pults ist für die Schülerinnen und Schüler deswegen schwierig zu schätzen, weil sie sich zu nahe an diesem Objekt befinden. Die Länge des Bleistifts kann von 5 cm bis hin zu 20 cm variieren und ist demzufolge nicht relevant für die Einschätzung bezüglich der Entwicklung der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler.
Das Feld (RW-/RW+) mit dem Anteil von 47-mal definiert natürlich jenes Feld, welches mit dem „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ angestrebt wurde, d.h. dieses Feld enthält jene Resultate, welche nach der Intervention eine Annäherung an den Richtwert zu verzeichnen haben. So befinden sich, verteilt auf die acht Items, 47-mal die Schülerinnen und Schüler in dieser Kategorie. Sicherlich ein zu kleiner Anteil, als dass dieses Konzept die Schulung der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler als Ziel definiert. Daraus kann geschlossen werden, dass zu wenig effektiv an der Stufe 6 – Aufbau von Grössenvorstellungen – des Stufenmodells zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003) gearbeitet wurde (vgl. Franke, 2003, S. 218ff.).
36-mal können sich die Schülerinnen und Schüler in der Kategorie RW+/RW+ einordnen, d.h. vor als auch nach Intervention waren die Resultate realitätsnahe. Hinzu kommt, dass 23-mal die Schülerinnen und Schüler vor der Intervention realitätsnahe, jedoch nach der Intervention realitätsfern waren. Diese Verschlechterung während der Intervention kann auf eine Verwirrung, auf den am Ende einer Lektionsreihe vorhandenen Druck oder aber auf die Verringerung der Motivation infolge Überforderung zurückgeführt werden (vgl. Scherer, 1995, S. 41f.). Hält man sich jedoch die einzelnen Quantitäten der Schülerinnen und Schülern bezüglich dieses Feldes (RW+/RW-) vor Augen (siehe *Tab.6 & 7*), so fällt auf, dass sich die meisten Schülerinnen und Schülern (in Ausnahme der Nr. 12, 15 und 16 der Klasse A) nur einmal bzw. keinmal diesbezüglich einordnen und dieser geringe Anteil darf nicht stellvertretend auf das gesamte Konzept erweitert werden bzw. diese Feststellung relativiert den quantitativen Anteil bezüglich dieses Feldes. Daraus kann geschlossen werden, dass das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ nicht zu einer Minderung bzw. Verschlechterung der Grössenvorstellungen führt.
Hält man sich die oben erwähnten Anteile (59-mal) vor Augen, welche vor der Intervention als realitätsnahe definiert werden, d.h. die Felder „RW+/RW+“ und „RW+/RW-“, oder aber die Anteile (141-mal), welche vor der Intervention als realitätsfern definiert werden, d.h. die Felder „RW-/RW+“ und „RW-/RW-“, appellieren diese relativ extremen Anteile ganz klar an den Mathematikunterricht, die Grössenvorstellungen bezüglich Grössen zu schulen bzw. zu fördern. Oder anders ausgedrückt: Nur 59-mal von 200-mal waren die Schülerinnen und Schüler vor der Intervention realitätsnahe bzw. 141-mal von 200-mal realitätsfern. Und dabei weichen manche Resultate des Pretests um mehrere 100% des Richtwertes ab. Wenn man bedenke, dass sich diese Schülerinnen und Schüler bereits in der zweiten Primarklasse mit der Thematik *Längenmasse* ansatzweise auseinandergesetzt

haben, so kann die Aussage von Nührenbörger (2002), welche besagt, „[…] dass viele Schüler dennoch im Laufe der Grundschulzeit kein grundlegendes Messverständnis entwickeln und nur geringe Vorstellungen über konventionelle Einheiten besitzen“ (Nührenbörger, 2002, zit. nach Scherer & Bönig, 2004, S. 39), nur unterstützt werden.
Dieser Appell richtet sich mit der Forderung, wie dies die Vertreter des situierten Lehrens und Lernens gleich tun, an die Schule, den Unterrichtsstoff bzw. der Mathematikunterricht in den Kontext der Realität einzugliedern, so dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit erhalten, unter anderem ihre Grössenvorstellungen bezüglich der Grössen (hier: Längenmasse) zu entwickeln (vgl. Franke, 2003, S. 201). Nach Franke (2003) bedeutet dies, dass noch effizienter an der sechsten Stufe – Aufbau von Grössenvorstellungen – bzw. an den Repräsentanten gearbeitet werden muss (vgl. ebd., S. 210ff.). Diesem Ansatz knüpfen Krauthaus und Scherer (2006) an, da sie im Aufbau der Grössenvorstellungen mit Hilfe von Repräsentanten einen wichtigen Aspekt des Sachrechnens sehen (vgl. Krauthaus & Scherer, 2006, S. 96f.). Kurz: Der Unterricht muss sich mehr am Alltag orientieren. Oder wie Wellenreuther (2007) dies benannt: „Jedenfalls sei es unerlässlich, im Unterricht einen stärkeren Bezug zum realen Leben herzustellen“ (Wellenreuther, 2007, S.70).

9.1.1. Fazit zu Grössenvorstellungen

Der Anteil der Resultate, welcher sich im Feld (RW-/RW-) befindet, also jener, welcher die Resultate enthält, die sowohl im Pre- als auch im Posttest realitätsfern waren, nimmt einen zu grossen Anteil ein, als dass dieses Konzept als „makellos“ bezeichnet werden könnte. Dennoch lassen sich Fortschritte bezüglich der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler feststellen. Anbei gibt es keine Resultate des Posttests mehr, welche sich um mehrere 100% vom Richtwert entfernen, was sicherlich für dieses Konzept bzw. das situierte Lehren und Lernen spricht und die Forderung von Franke (2003) bezüglich des Aufbaus von „objektgebundenen“ Grössenvorstellungen nur unterstützen kann (vgl. Franke, 2003, S. 201). Mag auch dieses Konzept (noch) nicht als schulreif betrachtet werden, so konnte damit einen weiteren Schritt begangen werden, um auf die Philosophie des situierten Lehrens und Lernens aufmerksam zu machen.
Anbei muss die siebte Stufe – Rechnen mit Grössen – mehr Sachprobleme beinhalten, wobei die Grundidee des *Anchored-Instruction-Ansatzes* berücksichtigt werden sollte, was schliesslich die vermehrte Verankerung der Lerninhalte in kontextbezogene Episoden bedeuten würde und den Transfer des aufzubauenden Wissens sichern könnte bzw. den Aufbau von trägem Wissen gar nicht entstehen liesse (vgl. CTGV, 1997, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 629).
Desweiteren konnten die Resultate des Pretests dieser empirischen Studie die Ergebnisse der Studie nach Winter (1985) nur bestätigen: So schwankten manche Resultate um mehrere 100% vom Richtwert ab, was erneut, so nach den Ergebnissen der Studie nach Winter (1985) und nun dieser, bekundet, dass der Förderung und Entwicklung von Grössenvorstellungen mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden muss (vgl. Winter, 1985, S. 19, zit. nach Franke, 2003, S. 210).

9.2. Bezüglich Fragestellung 2: Das Konzept als Lehrmittel

9.2.1. Durchführbarkeit

Sowohl die Lehrperson A als auch die Lehrperson B sehen bezüglich der Durchführbarkeit keine grossen Schwierigkeiten. Der Verlauf dieses Konzepts wird von einem aufbauenden Arbeitsweg dominiert, so dass weder für die Lehrperson als auch für die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten auftreten. Dieser „Fluss“ kann auf den logischen Aufbau des Konzepts geschlossen werden, welcher bei den ersten Erfahrungen beginnt und anschliessend einer kontinuierlichen Erarbeitung der Thematik folgt (vgl. ebd., S. 201ff.).
Einzig, so die Lehrpersonen A und B, stellt der Sprung vom handlungsorientierten Teilbereich zum Rechnen auf dem Blatt einen zu starken Sprung dar. Dieser überfordert man-

che Schülerinnen und Schüler und führt dazu, dass das weitere Vorgehen zu wenig effektiv und somit weniger gut durchführbar ist.

9.2.2. Verständlichkeit der Aufgabenstellungen

Laut Lehrperson A sind die Aufgabenstellungen klar formuliert, wenn auch genauere Erklärungen seitens der Lehrperson präsentiert werden müssen. Was schade ist, so Lehrperson B, dass das Konzept zu wenig „kinderfreundlich" ist, d.h. dass Abbildungen fehlen, welche den symbolischen Aspekt unterstützen könnten. Doch zusammenfassend bezüglich der Verständlichkeit der Aufgabenstellungen kann gesagt werden, dass diese sehr verständlich sind. Dies kann sicherlich auch darauf zurück geführt werden, dass der erste Teilbereich, der ganz im Sinne der Handlung steht, aus wenigen Aufgabenstellungen besteht, da das Handeln nicht durch Unverständnis beeinträchtigt werden soll.
Laut Lehrperson A muss die/der Lehrende mehr eingreifen, als dass die Lehrerausgabe dies vorgibt. Hält man sich den *Cognitive-Apprenticeship-Ansatzes* vor Augen, so muss der Instruktion seitens Lehrmeister (hier: Lehrperson) auch Platz gelassen werden (vgl. Collins, Brown & Newman, 1989, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 632). Auch die fünfte Leitlinie des problemorientierten und konstruktivistischen Lernens spricht der instruktionalen Unterstützung eine wichtige Rolle zu (vgl. ebd., S. 640f.) Für das Konzept bedeutet dies, dass die Teilbereiche der Instruktion deutlicher herausgehoben werden müssen.

9.2.3. Lehr- und Lernfreude

Sowohl die Lehrperson A als auch die Lehrperson B konnten bezüglich des ersten Teilbereichs, namentlich der des Handelns, einerseits bei sich selber als auch bei den Schülerinnen und Schülern einen enormen Spass beobachten, welcher sich schliesslich auf die Motivation und somit auf den Lernerfolg ausbreitete. Der bereits oben erwähnte Bruch vom Handeln zum Rechnen auf dem Blatt beeinflusste jedoch die Freude, somit die Motivation und nicht zuletzt den Lernerfolg. Die Schülerinnen und Schüler fühlten sich zu oft überfordert, da der Wechsel zu abrupt war. Daraus kann Folgendes geschlossen werden: (1) Wird der Unterricht durch die Philosophie des situierten Lehrens und Lernens dominiert, kann damit auch die Freude, somit die Motivation und schliesslich der Lernerfolg der Lernenden gesteigert werden. (2) Was diesbezüglich jedoch das Konzept betrifft, so muss dieser Wechseln zwischen dem Handeln hin zum Rechnen auf dem Blatt so „abgerundet" werden, dass diese Freude beibehalten oder gar vergrössert werden kann.
Die Aussage nach Scherer (1995), dass Misserfolge und Überforderung Faktoren zur Verringerung der Motivation und somit des Interesses bezüglich des Lerngegenstandes sind, kann somit nur belegt werden (vgl. Scherer, 1995, S. 41f.). Sowohl die Schülerinnen und Schüler, welche die PSH besuchen, als auch manche Schülerinnen und Schüler der Regelklasse wurden nach dem Bruch zum Rechnen auf dem Blatt überfordert, wobei sich die Freude und somit die Motivation minimierte.

9.2.4. Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche

Die Schülerinnen und Schüler der Klasse A als auch der Klasse B, welche die PSH bezüglich des Fachbereichs Mathematik besuchen, konnten dem Regelunterricht, solange dieser sich im handlungsorientierten Teilbereich befand, sehr gut folgen. Das Defizit, welches bezüglich der mathematischen Leistung zu den Regelschülerinnen und -schülern besteht, war plötzlich nicht mehr vorhanden. Doch nachdem der Bruch stattfand, waren sie völlig überfordert und somit musste die PSH-Lehrperson wiederum betreuen. Dieser Sachverhalt unterstützt die Annahme nach Scherer (1995), welche dem Fachbereich der Mathematik ein hohes Potenzial an Misserfolgserlebnissen zuspricht (vgl. ebd., S. 41). Dies bedeutet Folgendes: Wenn der Unterricht von der Idee des situierten Lehrens und Lernens geleitet wird, so offeriert dies den Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten die Möglichkeit, sich so lange als nur möglich dem Regelunterricht anzuschliessen. Dies vorwiegend durch den grossen Stellenwert des Sachrechnens bezüglich einer lebensnahen Unterrichtsgestaltung (vgl. ebd., S. 41). Neben der Entwicklung von intellektuellen und sozialen Kompetenzen kann somit das Optimum von Integration erreicht werden. Diese Integration konnte aufgrund der Forderungen des *Cognitive-Apprenticeship-Ansatzes* erreicht werden, da so diese Schülerinnen und Schüler stets in sozialhistorischen Kontexten agieren konnten (vgl. Collins, Brown & Newman, 1989, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 632). Anbei wird so ein wichtiger Aspekt des situierten Lehrens und Lernens berücksichtigt. Denn nach Reich (2006) entstehen menschliche Kognitionen „[…] zwischen intelligenten Individuen in sozialhistorisch definierten Kontexten, in denen sie miteinander agieren“ (Reich, 2006, S. 207). Allein dieser Sachverhalt unterstützt die Forderung, das situierte Lehren und Lernen vermehrt in den schulischen Alltag Einfluss nehmen zu lassen. Diese Aussage kann durch die Tab. 7 (siehe *8.1 Bezüglich Fragestellung 1: Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler*) unterstützt werden: Die Schülerin/der Schüler mit der Nr. 2 und Nr. 8 der Klasse B, welche/r die PSH bezüglich des Fachbereichs Mathematik besucht als auch die Schülerin/der Schüler mit der Nr. 10 der Klasse B, welche/r die PSH bezüglich des Fachbereichs Mathematik ab Januar 2008 besuchen wird, ordnet sich bezüglich zweier Aufgabenstellungen im Feld „RW-/RW+“ ein, d.h. bezüglich zweier Items definieren sich die Resultate im Pretest als realitätsfern, im Posttest als realitätsnahe. Somit gliedern sie sich zwar nicht bei den stärksten Schülerinnen und Schülern ein, doch halten sich die Diskrepanzen zu den Regelschülerinnen und -schülern in Grenzen. Sicherlich betrifft diese Datensammlung (nur) die Grössenvorstellungen, doch hält man sich die Problematik dieser empirischen Studie vor Augen bzw. die Forderung des neuen Sachrechnens, so sind es genau die Grössenvorstellungen, die im Sachrechnen geschult werden müssen (vgl. Franke, 2003, S. 195).

9.2.5. Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis)

Auch hier decken sich die erhobenen Daten der Lehrpersonen A und B: Die Ziele bzw. die Grobziele, welche momentan im Lehrplan des Kantons Wallis geschrieben stehen bzw. vom Departement für Erziehung, Kultur und Sport vorgegeben werden, können nicht 100%ig nur mit der Erarbeitung dieses Konzepts erreicht werden. Der zweite Teilbereich, das Rechnen auf dem Blatt, müsste ausgebaut werden. Den zwei Leitideen (siehe *3.1.2 Ziele des Mathematikunterrichts des Kantons Wallis*), vorwiegend der zweiten Leitidee, namentlich der Mathematik im Alltag, konnten mit diesem Konzept dennoch Rechnung getragen werden, da die Schülerinnen und Schüler nun Kompetenzen erworben haben, mit welchen sie „[…] ihre Alltagswelt besser wahrnehmen und verstehen […]“ (IEDK, 1991, S. 4).
Hierzu muss jedoch Folgendes angemerkt werden: Der Lehrplan des Kantons Wallis hat die Problematik, welche zu Beginn dieser empirischen Studie definiert wurde, (noch) nicht mit einbezogen. Er deckt zwar ab, dass die Schülerinnen und Schüler die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Einheiten erkennen, doch lässt sich daraus nicht erschliessen, dass die Grössenvorstellungen geschult werden müssen. Es werden zwar Faktoren wie die Erarbeitung von Messinstrumenten und -methoden oder das Messen und Vergleichen von Objekten mit selbstgewählten Einheiten abgedeckt, doch wird nicht explizit erwähnt, dass den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten werden muss, realitätsadäquate Grössenvorstellungen entwickeln zu können (vgl. ebd., S. 18f.).

9.2.6. Fazit zum Konzept als Lehrmittel

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Erarbeitung des Konzepts sowohl den Lehrpersonen als Lehrende als auch den Schülerinnen und Schülern als Lernende enorm viel Spass bereitet hat – jedenfalls bis zum Zeitpunkt, wo das Handeln im Vordergrund stand. Dieses Faktum unterstützt ganz klar das situierte Lehren und Lernen (im Mathematikunterricht) als auch das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ als Lehrmittel. Der Bruch vom Handeln hin zum Rechnen auf dem Blatt ist zu abrupt und bedarf einiger Verbesserungen. Doch der Zeitplan des Kantons Wallis schreibt zur Behandlung der Längenmasse eine Lektionsanzahl von zehn Lektionen vor. Dies bedeutet Folgendes für

den Aufbau des Konzepts: Der handlungsorientierte Teil muss verkürzt bzw. einige Stufen des Stufenmodells nach Franke (2003) verbunden werden. Ein Wegfall einiger Stufen ist jedoch keine akzeptable Lösung. Diesbezüglich kann festgestellt werden, dass die Schaffung solcher kontextbezogenen Aufgabenstellungen wie das Vergleichen und Messen von Objekten das Zeitgefäss des Unterrichtes gesprengt haben, was schliesslich die Problematik nach Franke (2003) untermauert (vgl. Franke, 2003, S. 25). Weiter ist es wichtig, dass der siebten Stufe – Rechnen mit Grössen – mehr Aufmerksamkeit und somit ein grösseres Zeitgefäss geschenkt werden muss (vgl. ebd., S. 213ff.), denn kontextbezogene Rechnungen, wie dies die Vertreter des *Anchored-Instruction-Ansatzes* mit den „narrativen Ankern“ fordern, bedeuten nicht automatisch eine „Veruntreuung“ der Philosophie des situierten Lehrens und Lernens – im Gegenteil (vgl. CTGV, 1997, zit. nach Krapp & Weidenmann, 2006, S. 629).
Fakt ist, dass das in dieser empirischen Studie erarbeitete Konzept noch erhebliche Mängel aufweist, um dem Lehrplan des Kantons Wallis und dessen Ziele gerecht werden zu können bzw. um sich im schulischen Alltag im Kanton Wallis zu bewähren. Folglich ist es aufgrund der oben erwähnten Fakten, welche aus der Interpretation der erhobenen Daten herausgelesen werden können, nicht möglich, die wissenschaftliche Fragestellung und die Unterfragen (siehe *5. Wissenschaftliche Fragestellung der empirischen Studie*) mit nur einer positiven Antwort zu beantworten. Doch kann dieses erarbeitet Konzept als noch zu überarbeitende Basis benutzt werden, um der Forderung des Sachrechnens, namentlich unter anderem der Förderung der Grössenvorstellungen, Rechnung tragen zu können.

10. Schlussfolgerungen

Im Folgenden wird diese empirische Studie aus einer sicheren Distanz evaluiert. Dabei geht es (1) um Vorschläge für weitergehende Forschungsarbeiten, (2) um den Wert und die Grenzen dieser wissenschaftlichen Forschungsarbeiten und schliesslich endet diese empirische Studie mit (3) dem Schlusswort:

10.1. Vorschläge für weiterführende Forschungsarbeiten

Aus den in dieser empirischen Studie erhobenen Daten sowohl seitens der Schülerinnen und Schüler als auch seitens der Lehrpersonen A und B muss gesagt werden, dass dieses Konzept doch noch einiger Verbesserungen bedarf; es befindet sich redensartlich noch in den „Kinderschuhen". Durch die Erarbeitung dieser empirischen Studie wurde ein erstes „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen" nach dem didaktischen Stufenmodell nach Franke (2003) erarbeitet, doch wie bereits erwähnt, stellten sich zahlreiche Mängel heraus, welche es zu beheben gilt. Weiter darf nicht vergessen werden, dass das Stufenmodell nach Franke (2003) für folgende weitere Themen modifiziert werden kann: Gewichte, Rauminhalte (Volumen) und Flächeninhalte. Diesbezüglich fehlen empirische Ergebnisse bzw. Studien. Neben den Möglichkeiten bezüglich der Thematik kann dieses mathematikdidaktische Stufenmodell auf andere Klassenstufen angewandt werden. Sowohl bezüglich der Thematik als auch der Klassenstufe fehlen Ergebnisse bzw. Studien.
Bezogen auf das methodische Vorgehen dieser empirischen Studie wäre ein direkter Vergleich sehr interessant. Diesbezüglich würde eine Stichprobe aus n Teilnehmer/-innen in zwei Gruppen eingeteilt werden, wobei die erste Gruppe (S1), namentlich die Treatment-Gruppe, eine ausgewählte Thematik mit dem „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen" bzw. mit der Methode des situierten Lehrens und Lernens erarbeiten würde und die zweite Gruppe (S2), namentlich die Kontrollgruppe, mit einem Standardlehrmittel (vgl. Bortz & Döring, 2002, S. 529). Des Weiteren konnte die Fähigkeit des erworbenen Wissens zum Transfer in ähnliche Situationen unter verschiedenen Bedingungen nicht untersucht werden. Denn Fakt ist, dass mit dieser Datenerhebung bezüglich der Grössenvorstellungen (nur) eine Komponente des neuen Sachrechnens empirisch erfasst und untersucht wurde. Diese (noch) nicht untersuchten anderen Komponenten wie der eben erwähnte Transfer des Wissens gilt es noch zu untersuchen. Eine weitere Komponente, die präzise Handhabung und Erreichung der Grobziele des Lehrplans des Kantons Wallis, könnte mit Hilfe der Lernwerksanalyse analysiert, beurteilt und schliesslich evaluiert werden (vgl. Funk, 2004, S.44).
Wird nun der Blickwinkel auf das gesamte System „Schule" ausgeweitet, so kann im situierten Lehren und Lernen, ferner in der Philosophie des Konstruktivismus, ganz klar die Zukunft unseres Unterrichts gesehen werden: Das situierte Lehren und Lernen, insbesondere die drei Ansätze, namentlich der *Anchored-Instruction-Ansatz*, der *Cognitive-Flexibility-Ansatz* und der *Cognitive-Apprenticeship-Ansatz*, definiert sich als sehr interessanter Gegenstand, um Forschungsarbeiten zu erstellen. Es müssen weiterhin empirische Studien erarbeitet werden, um auch hier bei uns im Kanton Wallis aufzeigen zu können, dass das situierte Lehren und Lernen Eingang finden muss in unseren Unterricht.

10.2. Wert und Grenzen der wissenschaftlichen Arbeit (Analyse)

Das „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen" wurde so erstellt, dass dieses auch wirklich in der Praxis verwendet werden konnte. Denn neben theoretischen Aspekten, welche in dieser Arbeit ausführlich diskutiert wurden, musste auch der Lehrplan des Kantons Wallis als auch der Plan bezüglich der Stoffverteilung der Mathematik berücksichtigt werden. Doch durch die Datendarstellung und die anschliessende Interpretation dieser Daten konnten wertvolle Informationen bzw. Rückschlüsse gesammelt werden, welche in der Praxis berücksichtigt werden müssen.

Sowohl mit dem offenen Fragebogen für die Lehrpersonen A und B als auch mit der Interventionsstudie in Form des „Pretest-Posttest Single Group Design“- Modells war es möglich, das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ aus verschiedenen Perspektiven zu evaluieren. Oder anders ausgedrückt: Mit diesen Methoden konnte gewährleisten werden, Antworten auf die wissenschaftlichen Fragen und Unterfragen zu erarbeiten.
Zu der gewählten Darstellungsform der erhobenen Daten muss Folgendes gesagt werden: (1) Es konnte nicht vermieden werden, dass die Daten bezüglich der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler nach einem in dieser empirischen Studie gewählten Raster, basierend auf natürlichem Menschenverstand, evaluiert wurden. Daraus resultiert folglich eine auf diesem Raster beruhende Eingliederung der Resultate, welche dementsprechend einer Subjektivität unterlegen ist. (2) Die Antworten des offenen Fragebogens geben sicherlich einen allgemeinen Überblick über die Erfahrungen mit der Erarbeitung dieses Konzepts, doch müssen weitere Daten erhoben werden, um noch exaktere Ergebnisse (auch bezüglich anderer Themen) zu erheben.
Des Weiteren war es im Rahmen dieser empirischen Studie nicht möglich, die bereits oben angesprochene Fähigkeit des Transfers des Wissens zu untersuchen. Aufgrund dessen, dass sich diese empirische Studie dennoch mit dem Sachrechnen und somit des damit verbundenen Aufbaus von transferierbaren Wissen beschäftigte, ist diese Lücke nicht zu unterschätzen. Da sich diese empirische Studie vorwiegend mit dem Aufbau von realitätsadäquaten Grössenvorstellungen auseinandergesetzt hat, so war es nicht möglich, den Nutzen dieser Grössenvorstellungen bezüglich des Lösens von Sachproblemen zu untersuchen. Dies sind sicherlich jene Grenzen dieser empirischen Studie, welche mit weiterführenden Forschungsarbeiten ausgefüllt werden könnten.

10.3. Schlusswort

Am Ende dieser empirischen Studie wird ein letztes Mal auf den Paradigmenwechsel des Sachrechnens, der besagt, dass nicht das Rechnen, sondern die Sache als Schwerpunkt definiert werden muss, aufmerksam gemachen. Neben diesem in dieser Studie explizit erläuterten Paradigmenwechsel wird darauf hingewiesen, dass sich die Schule als pädagogische Institution ständig im Wandel der Zeit befindet, was die logische Konsequenz mit sich bringt, dass die darin tätigen Akteurinnen und Akteure sich diesem Wandel bewusst werden (müssen), um so auf Paradigmenwechsel reagieren zu können, um ein Optimum an Forderung und Förderung zu erreichen (oder zumindest anzustreben).
Des Weiteren wird ermutigt, die Grundidee des situierten Lehrens und Lernens im Fachbereich Mathematik als auch in anderen Fachbereichen zu integrieren. Mag auch das „Konzept zur Förderung der Grössenvorstellungen“ noch Mängel aufweisen, dürfen diese Mängel auf gar keinen Fall auf das situierte Lehren und Lernen allgemein projiziert werden. Denn Fakt ist, dass nach wie vor die Hauptaufgabe der schulischen Institutionen die Vorbereitung unserer jungen Bürgerinnen und Bürger auf das Leben in der Gesellschaft, namentlich auf das Berufs- als auch Alltagsleben, ist und dieser muss unbedingt Rechnung getragen werden.
Diese empirische Studie wird nun mit einem Zitat nach Bortz und Döring (2002) abgeschlossen, welches in wenigen Worten die Notwendigkeit und Signifikanz solcher wissenschaftlichen Arbeiten, insbesondere für Studierende, zusammenfasst: „Eines der wichtigsten Ausbildungsziele des psychologischen Studiums oder anderer human- bzw. sozialwissenschaftlicher Studiengänge ist die Befähigung der Studierenden zu selbstständiger Wissenschaftlicher Arbeit“ (Bortz & Döring, 2002, S. 1).

11. Literaturverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus [StMUK]. (2004). *Wege zum nachhaltigen Lernen.* [Internet]. Verfügbar unter: http://www.km.bayern.de/km/lehrerinfo/thema /2004/01526/index.asp [06.01.08].

Blum, W. (1985). *Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion.* In Mathematische Semesterberichte, *32* (2), S. 195 – 232.

Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Breidenbach, W. (1969). *Methodik des Mathematikunterrichts in Grund- und Hauptschulen.* Hannover: Schroedel.

Bruner, J.S. (1970). *Der Prozess der Erziehung.* Düsseldorf: Schwann.

Buth, M. (2001). *Planung und Vorbereitung von Mathematikunterricht* (2. Aufl.). Hamburg: Reuter und Klöckner.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt [CTGV]. (1997). *The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Collins, A., Brown, I.S. & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In L.B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (S.453 – 494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Franke, M. (2003). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule. Mathematik Primar- und Sekundarstufe.* Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Funk, H. (2004). Qualitätsmerkmale von Lehrwerken prüfen – ein Verfahrensvorschlag (S.41 f.). *Babylonia* [Online Journal]. *04* (3). Verfügbar unter: http://www.babylonia-ti.ch/BABY304/PDF/funk.pdf [04.02.08].

Gerlach, A. (1943). *Lebensvoller Rechenunterricht.* Leipzig: Verlag von Quelle und Meyer.

Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2001). *Methodologie und Empirie zum Situierten Lernen.* (Forschungsbericht, 137). München: Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik.

Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik, 41* (6), S. 867 – 888.

Hayman, J.L. (1968). *Praktische Erziehungsforschung – Eine Einführung. Arbeitsmittel für Studium und Unterricht.* Neuwied und Berlin: Hermann Luchterhand Verlag.

Hesse, C.H. (2006). *Begegnung mit der Mathematik für Geisteswissenschaftler/-innen. Vorlesungsankündigung Sommersemester 2006.* [Internet]. Verfügbar unter: http://www.mathematik.uni-stuttgart.de [07.01.08].

Innerschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz [IEDK]. (1991). *Dienststellt für Unterrichtswesen. Schulprogramm. Rubrik für Lehrpersonal. Schulprogramm. Lehrplan Mathematik* [Internet]. Verfügbar unter: http://www.vs.ch/navig/navig.asp?MenuID=6342 [22.07.07].

Irmann, E. & Lauper, H. (Hrsg.) (1999). *Integration: Unterwegs zu einer gemeinsamen Schule.* Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.

Jost, D. (1989). Denkvorgänge beim mathematischen Lernprozess. In Schweizerische Zentralstelle für Heilpädagogik (Hrsg.), *Neuer Mathematikunterricht in Kleinklassen* (S. 5 – 17). Luzern: SZH/CSPS.

Kempinsky, H. (1923). *Der Rechenlehrer der Kleinen.* Leipzig: Dürr'sche Buchhandlung.

KM – Der Kulturminister des Landes Nordrhein-Westfalen. (Hrsg.) (1977). *Richtlinien für die Schule für Lernbehinderte (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen.* Frechen: Verlag Berlin-Hamburg-Münster.

Krauthausen, G. & Scherer, P. (2006). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (2. Aufl.). München: Spektrum Akademischer Verlag.

Krapp, A. & Weidenmann, B. (Hrsg.) (2006). *Pädagogische Psychologie* (5. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Kühnel, J. (1925). *Neubau des Rechenunterrichts.* Leipzig: Dürr'sche Buchhandlung.

Kvale, S. (1993). Ten standard responses to qualitative research interviews. In G. Nissen & M. Blomhoj (Hrsg.), *Criteria for Scientific Quality and Relevance in the Didactics of Mathematics* (S. 167 – 200). Roskilde: University IMFUFA.

Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (2007). *TIMSS im Überblick.* [Internet]. Verfügbar unter: http://www.timss.mpg.de/ [20.06.07].

Nissen, G. & Blomhoj, M. (Hrsg.) (1993). *Criteria for Scientific Quality and Relevance in the Didactics of Mathematics.* Roskilde: University IMFUFA.

Nührenbörger, M. (2002). *Denk- und Lernwege von Kindern beim Messen von Längen.* Hildesheim: Frankbecker.

Nunes, T., Light, P. & Mason, J. (1993). Tools for thought: The measurement of length and area. In Learning and Instruction, *3* (1), S. 39 – 54.

Pädagogisches Institut der deutschen Sprachgruppe – Bozen. (2004). *Nachhaltiges Lernen und reale Situationen.* [Internet]. Verfügbar unter: http://www.schule.suedtirol.it/blikk/angebote/PRIMARMATHE/ma9030.htm [06.01.08].

Polit, D.F., Beck, C.T. & Hungler, B.P. (2004). *Lehrbuch Pflegeforschung. Methodik, Beurteilung und Anwendung* (1. Aufl.). Bern: Verlag Hans Huber.

Polya, G. (1995). *Schule des Denkens* (4. Aufl.). Tübingen und Basel: Francke Verlag.

Reich, K. (2006). *Konstruktivistische Didaktik. Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool* (3., völlig überarb. Aufl.). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Resnick, L.B. (Hrsg.) (1989). *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Schäfer, S. (2004). *Träges Wissen und Problemlösen.* Unveröffentlichte Hauptseminararbeit, RWTH, Aachen.

Scherer, P. (1995). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte. Theoretische Grundlegung und evaluierte unterrichtspraktische Erprobung.* (2. Aufl.). Heidelberg: Winter, „Edition S".

Scherer, P. & Bönig, D. (Hrsg.) (2004). *Mathematik für Kinder – Mathematik von Kindern.* Frankfurt am Main: Grundschulverband – Arbeitskreis Grundschule e.V.

Schmidt, S. & Weiser, W. (1986). Zum Massverständnis von Schulanfängern. In Journal für Mathematik-Didaktik, *7* (2), S. 121 – 154.

Speck, O. (1991). *System Heilpädagogik. Eine ökologisch reflexive Grundhaltung* (2. Aufl.). München: Ernst Reinhardt Verlag.

Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J. & Coulson, R.L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in illstructured domains. *Educational Technology, 31* (5)*,* S. 24-33.

Stark, R., Graf, M., Renkl, A., Gruber, H. & Mandl, H. (1995). *Förderung von Handlungskompetenz durch geleitetes Problemlösen und multiple Lernkontexte* (Forschungsbericht, 55). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.

Steiner, E. (2007). *Grössen und Sachrechnen: Angewandte Mathematik in Alltagszusammenhängen* (Unveröffentlichtes, im Rahmen der Lernveranstaltung 7.E3/7.M3 erstelltes Arbeitspapier) [Word-Dokument]. Brig, Pädagogische Hochschule Wallis.

Strasser, S. (2005). *Behinderte Kinder im Unterricht: Lehren und Lernen mit behinderten Kindern.* (Forschungsbericht). Klagenfurt: Universität Klagenfurt.

Weinert, F.E. (1996). *Lerntheorien und Instruktionsmodelle.* Göttingen: Hogrefe.

Wellenreuther, M. (2007). *Lehren und Lernen – aber wie?* (3. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Winter, H. (1975). Allgemeine Lernziele für den Mathematikunterricht? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *3* (7), S. 106 – 116.

Winter, H. (1985). *Sachrechnen in der Grundschule.* Bielefeld: CVK.

Wittmann, E. C. (1981). *Grundfragen des Mathematikunterrichts* (6. Aufl.). Braunschweig: Vieweg.

12. Verzeichnis der Anhänge und Anhänge

Anhang I	Das „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen“ (Lehrerausgabe)
Anhang II	Nähere Erläuterungen zu den Grössen „Gewichte“ und „Hohlmasse“
Anhang III	Alles rund um die Zahlen des Pre- und Posttests
Anhang IV	Daten des Fragebogens
Anhang V	Fragebogen
Anhang VI	Anfrage der Lehrperson
Anhang VII	Anfrage der Schulkommission
Anhang VIII	Informationsformular für die Elternschaft der Klassen A und B

Anhang I Das „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen" (Lehrerausgabe)

Auf den folgenden Seiten ist die Lehrerausgabe (exkl. Arbeitsblätter und Folien), mit welcher die Lehrpersonen A und B gearbeitet haben, abgebildet. Der während der Intervention integrierte offene Fragebogen ist hierbei nicht angefügt (siehe dazu *Anhang V*).

LEHRERAUSGABE
(RECHNEN MIT *LÄNGENMASSEN* LEICHT GEMACHT)

Konzept zur Förderung realitäts-adäquaten Grössenvorstellungen

(basierend auf dem mathematikdidaktischen Stufenmodell zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003))

Grünwald Jonas
Student an der Pädagogischen Hochschule Wallis

Anhang I

Einführung

Sie stehen nun vor dem Beginn einer neuen Thematik, dem Sachrechnen der Längenmasse. Das vor Ihnen liegende Dossier wird Sie in ein Modell nach Prof. Dr. Franke (2003)[15] einführen, mit dem Sie den Schülerinnen und Schülern Aufgabenstellungen und Aktivitäten bieten, mit Hilfe derer sie Freude und Spass am Sachrechnen haben werden.
Der Verlauf dieser Lektionsreihe ist auf sieben Stufen aufgeteilt, wobei diese in der aufgeführten Reihenfolge bearbeitet werden müssen. Zu Beginn finden Sie jeweils eine kurze Stufen-Beschreibung, welcher eine Aufgaben-Beschreibung folgt und diese wiederum wird mit Hilfe verschiedener Möglichkeiten umrahmt. Letztere sind eher als Vorschläge zu deuten und können beliebig ausgewählt, miteinander verbunden und/oder ersetzt werden. Innerhalb dieser Möglichkeiten wird jeweils auf Arbeitsblätter (AB) und Vorlagen (LV) verwiesen. Diese lassen sich im Anhang finden. Letztere, namentlich die Vorlagen, sind jeweils als Folien für den Hellraumprojektor gedacht (Folien sind bereits angefertigt). Es ist selbstverständlich möglich, dass Sie bereits bekanntes Material als Ergänzung benutzen. Die beiliegenden Arbeitsblätter dienen nur als Leitfaden. Es lassen sich zwei verschiedene Arbeitsblätter-Typen definieren: Jene, mit welchen die Schülerinnen und Schüler auf Erkundungstour gehen (AB 1, 2, 3, 6) und jene, welche Rechnungen enthalten (AB 4, 5, 7a, 7b, 8). Erstere können ersatzlos übernommen werden, letztere bedürfen gegebenenfalls noch Ergänzungen. Ausserdem finden Sie im Anhang noch einen Pretest (formative Evaluation), einen Posttest (summative Evaluation) sowie eine Stellenwerttafel bezüglich der Thematik *Längenmasse.*
Das Ausrufezeichen (⚠) weist auf speziell wichtige Hinweise hin und wird empfohlen, ohne Ausnahme zu berücksichtigen.

<u>Dies gilt nur für Sie als Lehrperson der Interventionsklasse A oder B:</u>

Da dies in Form eines Pilot-Projekts (2007) erarbeitet wird, ist nach jeder Lektion bzw. Stufe ein Blatt eingefügt, welches vier Fragestellungen enthält. Hierbei handelt es sich um fakultative Fragestellungen. Diese dienen lediglich zu allfälligen Verbesserungen bezüglich einzelner Lektionen bzw. Stufen. Denn sollte dieses Konzept ein erfolgversprechendes Resultat liefern, wird die Weiterentwicklung an diesem Konzept aufgenommen – auf der Basis Ihrer Rückmeldungen. Fakultativ deswegen, da diese keinen direkten Einfluss nehmen werden auf die Datendarstellung und -interpretation in der Diplomarbeit.
Anders jedoch sieht es mit den Fragestellungen am Ende der Lehrerausgabe aus: Hierbei handelt es sich um Fragestellungen, welche von Ihnen unbedingt ausgefüllt bzw. gewertet werden müssen, da diese das Fundament für die Beantwortung der zweiten wissenschaftlichen Fragestellung der Diplomarbeit bilden und schliesslich den erfolgreichen Abschluss dieser empirischen Studie sicherstellen.

Im Voraus möchte ich mich für Ihre Kooperation und Mitarbeit bedanken und wünsche Ihnen viel Freude bei der Erarbeitung der Thematik *Längenmasse.* Bei Fragen wenden Sie sich bitte an mich.

Grünwald Jonas, Student an der Pädagogischen Hochschule Wallis

[15] Franke, M. (2003). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule. Mathematik Primar- und Sekundarstufe*. Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

1. Stufe: Erfahrung in Sach- und Spielsituationen sammeln

Stufen-Beschreibung

Bis zum heutigen Zeitpunkt haben Ihre Schülerinnen und Schüler bereits zahlreiche Situationen erlebt, in welchen die Thematik der Längenmasse integriert war. Nun gilt es, diese Erinnerungen aufzufrischen…

Aufgaben-Beschreibung

Sie müssen mit den unten beschriebenen Möglichkeiten die von Ihren Schülerinnen und Schülern bereits gemachten Erfahrungen bezüglich der Thematik der Längenmasse auffrischen.

Möglichkeiten

1. Sie schreiben folgende Frage an die Wandtafel *„In welchen Situationen hast du/habt ihr Erfahrungen mit Meter oder Zentimeter gemacht?“.* Die Schülerinnen und Schüler tauschen in 2er-Gruppen bereits gemachte Erfahrungen aus und fassen diese auf einem Blatt Papier (A5/A4) zusammen. Anschliessend präsentiert jede Gruppe ihre Notizen bzw. ihre bereits gemachten Erfahrungen. Eine anschliessende Diskussion kann hilfreich sein, um interessante Erfahrungen weiter auszuführen.
2. Sie schreiben folgende Frage an die Wandtafel *„Was weißt du/wisst ihr bereits über Längenmasse?“.* Nun werden eine bis zwei Kreiden in den Umlauf gegeben und die Schülerinnen und Schüler können rund um die Frage aufschreiben, was ihnen in den Sinn kommt. Anschliessend findet eine Diskussion hierzu statt.
3. Laufen Sie mit den Schülerinnen und Schülern eine abgemessene Strecke ab, geben Sie eine Zahl (z.B. 100 m) vor und lassen die Schülerinnen und Schüler diese Strecke ablaufen oder aber jede Schülerin und jeder Schüler soll z.B. 100 m laufen und stehen bleiben, wenn ihres/seines Erachtens diese Strecke zu Ende ist. Anschliessendes Abmessen dient zur Kontrolle. Tauschen Sie anschliessend Erfahrungen aus. Welche Erfahrungen wurden gemacht? Welche Strecke wurde tatsächlich zurückgelegt?

⚠ Eventuell muss der Begriff *Längenmasse* näher erläutert werden. Hierzu hilft es, wenn Sie Begriffe wie *Zentimeter, Meter* und *Kilometer* verwenden.

2. Stufe: Direktes Vergleichen von Repräsentanten

Stufen-Beschreibung

Nun gilt es, die Schülerinnen und Schüler erste Vergleiche machen zu lassen. Hierbei gelten folgende Äquivalenzrelationen: „…gleiche Länge wie…" und/oder „…ist ebenso lang wie…". Neben diesen Relationsbegriffen werden Vergleiche mit Hilfe der Ordnungsrelationen „…ist kürzer als…" und/oder „…ist länger als…" gemacht.

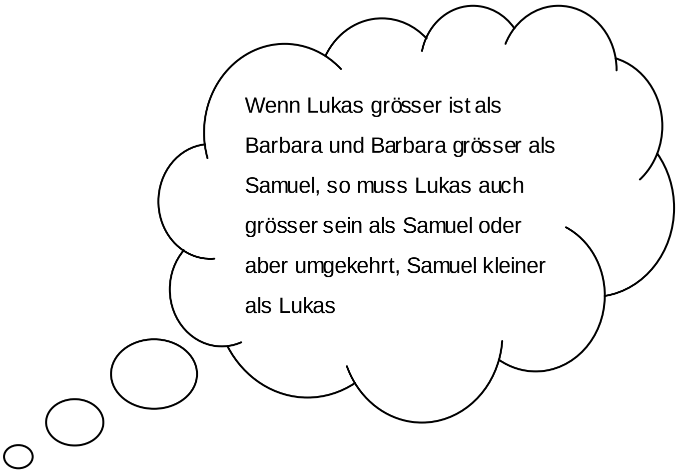
Aufgaben-Beschreibung

Während dieser Phase gilt es, die Schülerinnen und Schüler mit den oben aufgeführten Äquivalenz- und Ordnungsrelationen auf Erkundungstour gehen zu lassen. Die Schülerinnen und Schüler erhalten somit die Gelegenheit, erste Vergleiche vorzunehmen – und dies ohne Zahlen oder Messgeräte.

Immer nur *zwei* Objekte mit Hilfe der oben aufgeführten Äquivalenz- und Ordnungsrelationen vergleichen. Führen Sie ein Beispiel mit zwei Kindern vor und verwenden Sie dabei die oben aufgeführten Äquivalenz- und Ordnungsrelationen.

Möglichkeiten

1. Die Schülerinnen und Schüler machen weitere Beispiele mit ihren Klassenkameradinnen und -kameraden. Hierbei treten Sie in den Hintergrund und lassen die Schülerinnen und Schüler arbeiten. Sie behalten sich aber immer das Recht vor, bei Fehlern oder gegebenen Diskussionen zu intervenieren.
2. Die Schülerinnen und Schüler erhalten ein Arbeitsblatt (siehe Anhang AB 1), mit welchem sie sowohl im Schulzimmer als auch im Flur und auf dem gesamten Schulareal auf Erkundungstour gehen. Erklärungen sind auf dem Arbeitsblatt vermerkt. Zeigen Sie jedoch zuerst ein Beispiel an der Wandtafel oder aber mit dem Hellraumprojektor auf (siehe Anhang VL 1).
   Nach einer Zeitdauer von ca. 15 Minuten (dies kann nach Schulareal variieren) kommen alle Schülerinnen und Schüler zurück ins Klassenzimmer und es findet eine anschliessende Diskussion (im Kreis) statt, wobei alle ihre gemachten Erfahrungen mit Hilfe des ausgefüllten Arbeitsblattes präsentieren.
3. Sie stellen den Schülerinnen und Schülern Gegenstände zur Verfügung, welche sie nun mit Hilfe der Äquivalenz- und Ordnungsrelationen in Verbindung bringen. Diese Übung kann als weiterführende Übung der Möglichkeit 2 gesehen werden.



3. Stufe: Indirektes Vergleichen mit Hilfe selbstgewählter Masseinheiten

Stufen-Beschreibung

Nun wird ein *drittes Objekt als Vermittler* benutzt. Wie bereits oben erwähnt wurde, bringen die Schülerinnen und Schüler zahlreiche Erfahrungen bereits mit und diese Erfahrungen beruhen oftmals auf konventionellen Masseinheiten. Daher kann es für manche Kinder problematisch sein, nun mit „neuen" Masseinheiten zu rechnen.

Dem gegenüber kann aber gesagt werden, dass die Kinder durch diese „neuen" Masseinheiten erkennen, dass jedes Resultat anders ist; so kann auf die Notwendigkeit der konventionellen Masseinheiten geschlossen werden.

Aufgaben-Beschreibung

Mit Hilfe des *dritten Objekts* (Vermittler bzw. selbstgewählte Masseinheit) gehen die Schülerinnen und Schüler auf Erkundungstour und beginnen nun, Objekte und Gegenstände aller Art zu messen.

Die selbst gewählte Masseinheit muss zuerst eingeführt werden, d.h. den Schülerinnen und Schülern muss gezeigt werden, dass Objekte und Gegenstände mit unkonventionellen Masseinheiten gemessen werden können.

Möglichkeiten

Als Einstieg kann die Frage an die gesamte Klasse gestellt werden, wie man herausfinden kann, ob denn nun das Lehrerpult durch die Zimmertüre reicht oder nicht? Und auf welche Art und Weise man dies (ohne Lineal) herausfinden könnte?

Vor Beginn der eigentlichen Durchführung muss den Schülerinnen und Schülern klargemacht werden, dass sie pro Gruppe (jeweils zwei Kinder) eine Masseinheit festlegen müssen, um die Gegenstände zu messen.

1. Die Schülerinnen und Schüler können selber ihre persönliche Masseinheit (z.B. Schrittlänge, Ellenbogenlänge, Stift etc.) wählen und gehen mit Hilfe eines Arbeitsblattes (siehe Anhang AB 2) auf Erkundungstour. Zeigen Sie jedoch zuerst ein Beispiel mit Hilfe des Hellraumprojektors (siehe Anhang VL 2).
   Nach einer Zeitdauer von ca. 15 Minuten (dies kann nach Schulareal variieren) kommen alle Schülerinnen und Schüler zurück ins Klassenzimmer und es findet eine anschliessende Diskussion (im Kreis) statt, wobei alle ihre gemachten Erfahrungen mit Hilfe des ausgefüllten Arbeitsblattes präsentieren.
2. Sie messen mit der gesamten Klasse Gegenstände (z.B. Lehrerpult, Wandtafel, Fenster etc.) mit zuvor abgesprochenen selbst gewählten Masseinheiten. Hierbei ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler die Vergleiche machen und nicht Sie. Als Datensammlung kann die Wandtafel genutzt werden.

4. Stufe: Indirektes Vergleichen mit Hilfe standardisierter Hilfsmittel

Stufen-Beschreibung

Nun begegnen die Schülerinnen und Schüler das erste Mal den standardisierten Masseinheiten. Bezüglich der Grössenvorstellungen kann diese Stufe als „Herzstück“ betrachtet werden.

Während dieser Phase sollte neben vielen Übungen der Fokus auf die „Null“ und deren Wert gelegt werden: Beim Lineal ist der Wert „Null“ nicht am Rande, sondern dort, wo die Zahl „0“ steht.

Einem weiteren Punkt, dem während dieser Stufe Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte, ist die Beziehung zwischen Objekt und Masseinheiten. Die Schülerinnen und Schüler müssen erfahren, dass ihr Schulweg nicht mit dem Lineal gemessen werden muss. Anbei fällt ein weiteres Augenmerk auf die Genauigkeit. Die Kinder müssen erkennen, dass ihr Schulweg auf 100 m genau berechnet werden kann und nicht bis auf die Millimeter-Genauigkeit.

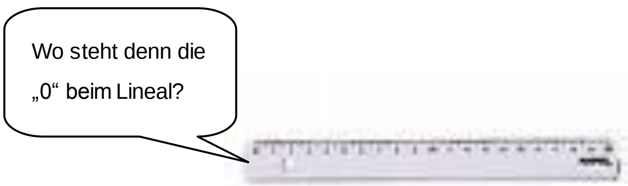
Aufgaben-Beschreibung

Als eine erste Masseinheit kann 1 m genommen werden. Hierzu eignet sich zu Beginn einmal das Wandtafellineal sehr gut. Als späteren Ersatz können Schnüre, Papierstreifen u.ä. zu einem Meter zugeschnitten werden. Während dieser Phase ist es von grossem Vorteil, das Erkundungsterritorium zu erweitern, d.h. den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit bieten, mit ihrem Messinstrument (Schnur, Papierstreifen etc.) Objekte und Gegenstände wie das Schulzimmer, das Schulhaus usw. zu vermessen.

Möglichkeiten

Zu Beginn ist es wichtig – unabhängig von jeder Möglichkeit – mit den Schülerinnen und Schülern die erste standardisierte Masseinheit zu betrachten (hier: 1 m). Vergessen Sie nicht, mit den Schülerinnen und Schülern den Stellenwert der „0“ zu diskutieren. Anschliessend werden die zusätzlich gebrauchten Instrumente (Schnur, Papierstreifen etc.) ausgehändigt oder aber mit den Schülerinnen und Schülern zugeschnitten.

1. Die Schülerinnen und Schüler gehen mit Hilfe ihres Instrumentes (Schnur, Papierstreifen etc.) auf Erkundungstour. Nach einer Zeitdauer von ca. 15 Minuten (dies kann nach Schulareal variieren) kommen alle Schülerinnen und Schüler zurück ins Klassenzimmer und es findet eine anschliessende Diskussion (im Kreis) statt, wobei alle ihre gemachten Erfahrungen mit Hilfe des ausgefüllten Arbeitsblattes (siehe Anhang AB 3) präsentieren. Anbei kann diskutiert werden, mit welchen Masseinheiten welche Strecken gemessen werden sollten (Länge eines Gegenstandes, Strecke der Ferien, Schulwege etc.)
2. Die gesamte Klasse misst Gegenstände im Klassenzimmer (und/oder Schulhausareal) aus. Dabei erhalten jeweils zwei Schülerinnen und Schüler das Wort, so dass diese sich gegenseitig beim Ausmessen helfen können.



5. Stufe: Umrechnen: Verkleinern und Vergrössern von Masseinheiten

Stufen-Beschreibung

Zuerst einmal ist es für die Schülerinnen und Schüler wichtig, dass sie die Beziehung(en) zwischen den einzelnen Einheiten erkennen. Diese Beziehungen werden mit Hilfe von Tabellen dargestellt bzw. gelehrt, aus denen die Schülerinnen und Schüler die Beziehung unter den einzelnen Einheiten herauslesen können. So kann das Multiplizieren als *Vergrössern* und das Dividieren als *Verkleinern* beschrieben werden.

Aufgaben-Beschreibung

Sie konfrontieren die Schülerinnen und Schüler das erste Mal mit theoretischen Ansätzen. Hierbei kommt die sogenannte Stellenwerttafel zum Einsatz (siehe Anhang Stellenwerttafel).

Nach der Einführung von Zentimeter (cm) ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit erhalten, mit ihrem Lineal (30 cm) auf Erkundungstour zu gehen. Hierbei genügt es, wenn sie im Klassenzimmer bleiben.

⚠ Gehen die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Lineal auf Erkundungstour, so findet man sich in der vorhergegangenen Stufe, dem *indirekten Vergleichen mit standardisierten Masseinheiten*, wieder. In direkter Verbindung kann den Schülerinnen und Schülern gezeigt werden, wie viel ein Zentimeter und ein Dezimeter auf dem Wandtafellineal ist.

Möglichkeiten

⚠ Bevor Sie die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Lineal auf Erkundungstour gehen lassen, müssen Sie die Stellenwerttafel mit den entsprechenden Masseinheiten (m, dm, cm, mm) einführen. Sollte der Fall auftreten, dass die Schülerinnen und Schüler noch niemals mit einer Stellenwerttafel gearbeitet haben, müssen Sie zuerst das Prinzip einer solchen Stellenwerttafel erklären. Mit Hilfe der Stellenwerttafel werden die Schülerinnen und Schüler gleich mit allen Masseinheiten konfrontiert. Dabei helfen zahlreiche Übungen, welche mit Hilfe der Stellenwerttafel ausgefüllt werden können (siehe Anhang AB 4, AB 5). Dabei müssen Sie den Schülerinnen und Schülern klarmachen, was denn mit den Zwischenräumen geschieht (ausfüllen mit der Ziffer „0"). Diese Gelegenheit kann genutzt werden, um das Umwandeln einzuführen. Verwenden Sie für Vergrössern den Begriff des Multiplizierens und für das Verkleinern den des Dividierens.

1. Die Schülerinnen und Schüler gehen mit Hilfe ihres Lineals auf Erkundungstour. Nach einer Zeitdauer von ca. 15 Minuten kommen alle Schülerinnen und Schüler zurück ins Klassenzimmer und es findet eine anschliessende Diskussion (im Kreis) statt, wobei alle ihre gemachten Erfahrungen mit Hilfe des ausgefüllten Arbeitsblattes (siehe Anhang AB 6) präsentieren.
2. Die gesamte Klasse misst Objekte und Gegenstände im Klassenzimmer. Dabei erhalten jeweils zwei Schülerinnen und Schüler das Wort, so dass diese sich gegenseitig beim Ausmessen helfen können. Als Datensammlung kann die Wandtafel genutzt werden.

6. Stufe: Aufbau von Grössenvorstellungen

Stufen-Beschreibung

Bevor es aber dann wirklich zum Rechnen geht, hilft es den Schülerinnen und Schülern, wenn sie zu gewissen Massen dazugehörige visuelle Hilfen aufbauen können. Dieser Stufe wird insofern eine grosse Bedeutung zugesprochen, da die Schülerinnen und Schüler explizite, d.h. „objektgebundene“ Grössenvorstellungen aufbauen können.

Aufgaben-Beschreibung

Sie bieten den Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, zu bestimmten Zahlenangaben dazugehörige visuelle Hilfsmittel zu finden und zu verinnerlichen (z.B. ein Schritt bedeutet ca. 1 m, zwei Häuschen im Heft bedeuteten ca. 1 cm etc.).

Diese Phase kann als Wegbegleiter während der gesamten Thematik *Längenmasse* dienen. Sinnvoller Beginn wäre nach Einführung der ersten Masseinheiten (hier: Zentimeter) Vergessen Sie nicht, die Transparenz dieses Plakates zu gewährleisten.

Möglichkeiten

1. Sie erstellen mit der gesamten Klasse oder in kleinen Gruppen ein Plakat, welches wie folgt aussehen könnte:
2. Sie erstellen mit der gesamten Klasse ein Plakat, übertragen bzw. lassen den Inhalt dieses Plakates anschliessend in ein Heft oder auf ein Blatt übernehmen. Auf diese Weise setzen sich die Schülerinnen und Schüler erneut mit der Materie auseinander.

Länge	**Visuelle Hilfe**
1 m	
2 cm	Etc.

Hängen Sie dieses Plakat an einem Ort auf, an welchem die Schülerinnen und Schüler dieses gut sehen können. Regen Sie die Schülerinnen und Schüler an, zu gegebenen Zeitpunkten (vor oder nach dem regulären Unterricht) die Tabelle zu vervollständigen. Hierzu müssen Sie Platz lassen für allfällige Ergänzungen seitens der Schülerinnen und Schüler.

7. Stufe: Rechnen mit Grössen

Stufen-Beschreibung

Hierbei geht es darum, mit verschiedenen Einheiten zu rechnen. Doch auch hier darf der Sachverhalt nicht fehlen. Die Kinder müssen sehen, dass nur gleiche Masseinheiten (mit verschiedenen Einheiten) addiert, subtrahiert, multipliziert oder dividiert werden können.

⚠ Auch beim Rechnen auf Papier ist es wichtig, dass der Bezug zur Realität nicht fehlt bzw. dass die Aufgabenstellungen sachbezogen sind.

Aufgaben-Beschreibung

Sie konfrontieren die Schülerinnen und Schüler mit zahlreichen Aufgabenstellungen, wobei nun das Rechnen mit Längenmassen geübt werden soll. Hierbei sollten Sie den Schülerinnen und Schülern stets die Stellenwerttafel zur Verfügung stellen. Vor allem für die Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten im Fachbereich Mathematik kann diese visuelle Hilfestellung ein Gefühl der Sicherheit geben.

⚠ Die Stellenwerttafel dient als Hilfsmittel, soll aber die Schülerinnen und Schüler abhängig machen. Deshalb lassen Sie die Schülerinnen und Schüler stets die Stellenwerttafel selber zeichnen.
Vergessen Sie aber nicht, dass das Ziel nach wie vor darin besteht, dass die Schülerinnen und Schüler im Rechnen und so in der Mathematik ein nützliches Werkzeug zur Bewältigung von alltäglichen Situationen sehen.

Möglichkeiten

In dieser letzten Phase „offerieren" Sie als Lehrperson den Schülerinnen und Schülern zahlreiche Aufgabenstellungen auf Arbeitsblättern (AB 7a, 7b, 8), sodass diese das Rechnen mit Längenmassen üben und verinnerlichen können. Hierbei ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler das Umwandeln von Grössen und das Addieren und Subtrahieren von Grössen üben lernen.

Am Ende dieser Unterrichtseinheit kann ein Fussballspiel (2 Mannschaften) an der Wandtafel (mit Magneten) gespielt werden. Folgende Fragen eigenen sich dafür:

- Was ist länger: Ein Regenwurm oder eine Schlange?
- Was ist breiter: Eine Strasse oder ein Weg?
- Was ist schmaler: Ein Stuhl oder eine Bank
- Was ist 1 mm dick: Eine Nähnadel oder eine Stricknadel?
- Ist ein Auto im Durchschnitt 4 m oder 8 m lang?
- Ist ein Kind im Durchschnitt 1 m 40 cm oder aber 1 m 80 cm gross?
- Was ist breiter: Die Wandtafel des Schulzimmers oder das Lehrerpult?

Anhang II Nähere Erläuterungen zu den Grössen „Gewichte“ und „Hohlmasse“

An dieser Stelle werden nun in kurzer und prägnanter Form Anregungen und Erläuterungen zur Behandlung von (1) Gewichten und (2) Hohlmassen nach dem mathematikdidaktischen Stufenmodell nach Franke (2003) erläutert:[16]

Die Behandlung der Thematik *Gewichte*

An dieser Stelle wird nun in kurzer und prägnanter Form das genauere Vorgehen *zur Behandlung von Gewichten* erläutert*:* (1) Die Kinder haben bereits mit Wippen auf dem Spiel- oder Pausenplatz Erfahrungen gemacht oder aber als sie mit der Mutter zusammen einen Kuchen gebacken haben und dazu die Küchenwaage benutzten. (2) Das Klassenzimmer bietet zahlreiche Möglichkeiten, um Objekte (Schulhefte, Stifte, Schultaschen etc.) unter den Äquivalenzen („…ist leichter als…“ oder „.…ist schwerer als…“) zu prüfen. Als Hilfsmittel können selbst gemachte Waagen benutzt oder aber das Abwägen mit den Händen durchgeführt werden, sodass die Kinder die Gewichte auch wirklich spüren. Dieser direkte Kontakt mit den Gewichten fördert die Grössenvorstellungen um ein Vielfaches. (3) Beim Erarbeiten der Thematik der Gewichte können die Schülerinnen und Schüler einheitliche Gegengewichte wie Nägel oder Würfel zu Hilfe nehmen, mit welchen sie die oben aufgeführten Objekte mit Hilfe der Waage (z.B. Kleiderbügelwaage) auf die verschiedenen Äquivalenzen hin prüfen. (4) Nimmt man nun standardisierte Masseinheiten hinzu, um diese mit Objekten zu vergleichen, so kann z.B. mit 1 g begonnen werden oder aber mit 1 kg. Letzteres hat den Vorteil, dass die Schülerinnen und Schüler mehr Objekte (Repräsentanten) im Klassenzimmer finden und es ist für sie auch einfacher, einen 2 kg schweren Repräsentanten von einem 1 kg schweren Repräsentanten zu unterscheiden als ein 1 g schwerer Repräsentant von einem 2 g schweren Repräsentanten. (5) Das Verfeinern der Gewichte gestaltet sich in diesem Fall als schwierig, da, wenn die Grösse von 1 kg unterteilt wird, man sich auf die nächst kleiner Einheit, in diesem Fall auf Gramm, stützen muss. Da es aber schwierig ist, 1 g als solches wahrzunehmen, muss man sich hier auf ein Vielfaches von Gramm beziehen. Als Zusatzmaterial kann ein Gewichtssatz dienen, mit welchem die Schülerinnen und Schüler experimentieren können. Zuerst nur mit den einzelnen Gewichten, zu späteren Zeitpunkten im Vergleich mit Repräsentanten. (6) Während dieser Stufe ist es wichtig, die Kinder mit verschiedenen Waagen zu konfrontieren. (7) Und zum Schluss offeriert man den Schülerinnen und Schülern sachbezogene Aufgaben, die zum Rechnen anregen (vgl. Franke, 2003, S. 222ff.). In diesem Sinne bedeutet „sachbezogen“ rechnen mit Rezepten, Päckchen, Einkaufslisten u.ä. Franke (2003) fügt jedoch hinzu: „Allerdings ist es unerlässlich, die dazu benötigten Techniken auch in formalen Übungen zu trainieren“ (ebd., S. 226).

Die Behandlung der Thematik *Hohlmasse*

Als letzte Erläuterung wird das Stufenmodell bezüglich *der Behandlung von Hohlmassen* näher betrachtet: (1) Die Schülerinnen und Schüler werden bereits zu Hause mit verschiedenen Behältern von Flüssigkeit konfrontiert. Diese Erfahrungen sollten aufgefrischt werden. (2) Hierbei können die Schülerinnen und Schüler verschiedene Gefässe mit verschiedenen Volumen vergleichen. Diese Aktivität kann mit Umschütten erweitert bzw. interessanter gestaltet werden. Wie bereits Piaget an verschiedenen Experimenten gezeigt hat, ist es wichtig, dass diese Gefässe durchsichtig und gleich sind. Dies erleichtert den Schülerinnen und Schülern die Vorstellung über das Volumen der Gefässe. (3) Dem indirekten Vergleich kann mit Hilfe von Trinkgläsern begegnet werden. Denn mit diesem Objekt bzw. Repräsentant von Volumen begegnen die Schülerinnen und Schüler jeden Tag und so können sie auf bereits gemachte Erfahrungen zurückgreifen. (4) In dieser Alters-

[16] Für nähere Erläuterungen sowohl zu den Themen „Gewichte“ und „Hohlmasse“ als auch zu den Themen „Zeit“ und „Geld“ ist Franke (2003) zu konsultieren (siehe *11. Literaturverzeichnis*).

klasse ist die meist verwendete standardisierte Masseinheit 1 l. Die dazu gehörenden Repräsentanten sind Milchbeutel, Mineralflaschen, Plastik- und Glasflaschen. Diese Aktivitäten, bei welchen auch der Messbecher benutzt werden sollte, bringen Anlass für (5) die Verfeinerung dieser Thematik. Auf Messbechern sind jeweils die Unterteilungen aufgeschrieben und mit Hilfe dieser ist es für die Schülerinnen und Schüler einfacher, sich ein Bild von Begriffen wie Zenti- oder Milliliter zu machen. (6) Neben dem Experimentieren mit diesen Repräsentanten ist es wichtig, dass den Schülerinnen und Schülern Anlässe fürs Schätzen geboten werden. Auf diese Weise können die Vorstellungen bezüglich Hohlmasse gesteigert und verfeinert werden. Als weiterführende Aktivität sollte den Schülerinnen und Schülern nennenswerte Repräsentanten präsentiert bzw. mit ihnen erarbeitet werden (z.B. 0.33 l entsprechen ca. einer Getränkedose, 0.5 l entsprechen ca. einer Bierflasche u.ä.). (7) Und schliesslich findet man sich in der letzten Stufe, dem Rechnen mit Hohlmassen, wieder: Auch bei den Hohlmassen sind zahlreiche Übungen in Sachsituationen möglich (vgl. ebd., S. 237ff.).

Anhang III Alles rund um die Zahlen des Pre- und Posttests

Auf den folgenden Seiten befinden sich alle Tabellen, welche zur Erhebung der Daten bezüglich der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler gesammelt wurden.

Aus der unten aufgeführten Tabelle (siehe *Tab. 9*) lassen sich alle genauen Werte herauslesen, welche von den Schülerinnen und Schülern während dem Pre- und Posttest bezüglich ihrer Höhe, Länge oder Grösse definiert werden mussten:

			Klasse A	Klasse B
Item (Nr.)	a	Höhe der Klassenzimmertür	216	208
	b	Länge des Schüler/-innen Pults	130	120
	c	Höhe des Klassenzimmers	288	283
	d	Länge der Klassenzimmerwand	894	1005
	e	Grösse der Lehrperson	178	154
	f	Länge des Bleistifts	18	18
	g	Länge des A4-Blattes	29.7	29.7
	h	Länge der Wandtafel	398	300

Tab. 9: Genaue Masse der acht Items des Pre- und Posttests der Klassen A und B. Die Angaben sind dabei in Zentimeter (cm) aufgeführt und in Ausnahme des Items g (Länge des A4-Blattes) auf Zentimeter gerundet.

Aus den unten aufgeführten Tabellen (siehe *Tab. 10 & 11*) lassen sich alle Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klassen A und B herauslesen. Dabei wurde jeder Schülerin/jedem Schüler eine Nummer zugeteilt. Weiter gilt:

Klasse A		Item (Nr.)							
		a	b	c	d	e	f	g	h
Schülerin/Schüler (Nr.)	1	200 200	6 130	300 350	350 800	18000 15000	15 20	15 25	30 400
	2	195 200	100 150	300 300	400 600	155 175	12 5	30 20	430 400
	3	200 200	120 150	300 280	790 600	190 185	5 7	31 31	400 400
	4	200 260	100 205	220 300	300 700	120 105	10 10	50 30.3	100 400
	5	160 280	90 200	260 400	100 400	185 185	14 15	29.6 30	160 200
	6	300 250	300 130	600 400	1100 708	200 130	50 40	90 20	1400 200
	7	200 200	100 100	280 300	300 500	180 175	12 11.4	40 29.6	200 400
	8	200 200	150 150	300 300	600 600	185 180	9.5 6	50 14	300 400
	9	200 240	150 200	300 310	400 230	160 150	16 14	35 33	250 400
	10	200 200	150 130	300 250	10000 600	145 160	7 25	20 45	400 400
	11	200 250	100 150	300 200	500 1200	179 175	29.6 14	14 36	400 400
	12	200 120	150 200	300 280	900 500	120 150	10 40	15 18	500 400
	13	1 200	0.5 100	10 500	40 500	5.6 150	14 50	29 15	6.2 400
	14	200 200	105 120	500 450	700 600	125 200	15 15	31 30	400 400
	15	200 300	100 180	300 400	700 805	150 170	6 21	26 29.1	400 480
	16	200 108	135 102	286 250	1000 700	167 175	12.5 10	29.7 21	500 400

Tab.10: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A. Die erste Zahl bedeutet die Antwort des Pretests, die zweite Zahl diejenige des Posttests. Die Angaben sind in Zentimeter (cm) angegeben. Für die Beschreibung des jeweiligen Items, siehe *Tab.9.*

Klasse B[17]		Item (Nr.)							
		a	b	c	d	e	f	g	h
Schülerin/Schüler (Nr.)	**1**	200 200	100 100	400 250	400 500	160 130	20 15	40 33	200 200
	2	800 620	450 120	1000 1020	1000 1020	15 320	0.1 15	100 30	400 420
	3	206 213	150 115	380 318	605 530	108 105	12000 1400.5	24000 29.4	208 130
	4	190 190	60 100	200 230	500 950	175 153	10 18	15 29.5	110 200
	5	200 180	100 80	220 200	700 -	150 -	3 4	6.5 29.1	100 220
	6	200 200	200 90	1100 1100	400 500	160 160	16 16	10 30	300 400
	7	300 300	200 205	500 500	1000 500	160 150	15 15	23 30	1000 400
	8	300 300	100 220	300 400	500 500	200 180	30 16	40 29.5	260 200
	9	73 242	118 170	700 990	800 650	438 138	40 23	60 30	118 300
	10	250 250	145 200	300 350	650 700	145 150	9 15	14 30	400 140

Tab. 11: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B. Die erste Zahl bedeutet die Antwort des Pretests, die zweite Zahl diejenige des Posttests. Die Angaben sind in Zentimeter (cm) angegeben. Für die Beschreibung der jeweiligen Items, siehe Tab. 9.

[17] Die Schülerinnen und Schüler mit der Nr. 2 und Nr. 8 besuchen bezüglich des Fachbereichs Mathematik die PSH. Die Schülerin/der Schüler mit der Nr. 10 wurde inzwischen abgeklärt und besucht ab Januar 2008 die PSH bezüglich des Fachbereichs Mathematik.

Aus den unten aufgeführten Tabellen (siehe *Tab. 12 & 13*) lässt sich die qualitative Streuung (relative Zahlen) der Schülerinnen und Schüler der Klasse A (n = 16) und Klasse B (n=10, mit Ausnahme der Item d) und e) ist n = 9) bezüglich der acht Items finden:

Item	**Streuung (Abstände von 10% des Richtwertes)**							
220 cm	**– 150**	**151 – 173**	**174 – 196**	**197 – 219**	***220*** **– 242**	**243 – 265**	**266 – 288**	**289 –**
Tür	1	1	1	12	-	-	-	1
(Höhe)	2	-	-	8	1	3	1	1
130 cm	**– 87**	**88 – 101**	**102 – 115**	**116 – 129**	***130*** **– 143**	**144 – 157**	**158 – 171**	**172 –**
Pult	2	6	1	1	1	4	-	1
(Länge)	-	2	1	1	3	4	-	5
290 cm	**– 199**	**200 – 229**	**230 – 259**	**260 – 289**	***290*** **– 319**	**320 – 349**	**350 – 379**	**380 –**
Zimmer	1	1	-	3	9	-	-	2
(Höhe)	-	1	2	2	5	-	1	5
900 cm	**– 626**	**627 – 717**	**718 – 808**	**809 – 899**	***900*** **– 990**	**991 – 1081**	**1082 – 1172**	**1173 –**
Wand	9	2	1	-	1	1	1	1
(Länge)	10	3	2	-	-	-	-	1
178 cm	**– 120**	**121 – 139**	**140 – 158**	**159 – 177**	***178*** **– 196**	**197 – 215**	**216 – 234**	**235 –**
Lehrper.	3	1	3	2	5	1		1
(Grösse)	1	1	3	6	3	1		1
180 mm	**– 122**	**123 – 141**	**142 – 160**	**161 – 179**	***180*** **– 198**	**199 – 217**	**218 – 236**	**237 –**
Bleistift	8	3	3	-	-	-	-	2
(Länge)	6	2	2	-	-	2	-	4
30 cm	**– 17**	**18 – 21**	**22 – 25**	**26 – 29**	***30*** **– 33**	**34 – 37**	**38 – 41**	**42 –**
A4-Blatt	3	1	-	4	3	1	1	3
(Länge)	2	4	1	2	5	1	-	1
400 cm	**– 276**	**277 – 317**	**318– 358**	**359 – 399**	***400*** **– 440**	**441 – 481**	**482 – 522**	**523 –**
Wandtafel	6	1	-	-	6	-	2	1
(Länge)	2	-	-	-	13	1	-	-

Tab. 12: Qualitative Einordnung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A. Dabei gilt: Der grüngefärbte Teilbereich nimmt jenen Teilbereich ein, welcher in etwa als realitätsnahe (RW+) bezeichnet werden kann. Die Schritte der einzelnen Unterkategorien wurden so gewählt, dass jeweils 10% des Richtwertes die Differenz der beiden Werte definiert. Die erste Ziffer definiert das Resultat des Pretests, die zweite Ziffer dasjenige des Posttests. Die Angaben sind in Zentimeter (cm) bzw. Millimeter (mm) angegeben. Weiter definiert *die rote Ziffer* die grösste Quantität (n Schüler/-innen) und *die blaue Ziffer* die zweitgrösste Quantität (n Schüler/-innen).

Item	Streuung (Abstände von 10% des Richtwertes)							
210 cm	– 143	144 – 165	166 – 187	188 – 209	*210* – 231	232 – 253	254 – 275	276 –
Tür	1	-	-	5	-	-	1	3
(Höhe)	-	-	1	3	1	1	1	3
120 cm	– 80	81 – 93	94 – 106	107 – 119	*120* – 132	133 – 145	146 – 158	159 –
Pult	1	-	3	1	-	1	1	3
(Länge)	1	1	2	1	1	-	-	4
280 cm	– 192	193 – 221	222 – 250	251 – 279	*280* – 308	309 – 337	338 – 366	367 –
Zimmer	-	2	-	-	2	-	-	6
(Höhe)	-	1	2	-	-	-	1	6
1000 cm	– 696	697 – 797	798 – 898	899 – 999	*1000* – 1100	1101 – 1201	1202 – 1302	1303 –
Wand	6	1	1	-	2	-	-	-
(Länge)	6	1	-	1	1	-	-	-
154 cm	– 105	106 – 121	122 – 137	138 – 153	*154* – 169	170 – 185	186 – 201	202 –
Lehrper.	1	1	-	1	4	1	-	2
(Grösse)	1	-	1	4	1	1	-	1
180 mm	– 122	123 – 141	142 – 160	161 – 179	*180* – 198	199 – 217	218 – 236	237 –
Bleistift	4	-	2	-	-	1	-	3
(Länge)	1	-	6	-	1		1	1
30 cm	– 17	18 – 21	22 – 25	26 – 29	*30* – 33	34 – 37	38 – 41	42 –
A4-Blatt	4	-	1	-	-	-	1	4
(Länge)		-	-	4	6	-	-	-
300 cm	– 206	207 – 237	238 – 268	269 – 299	*300* – 330	331 – 361	362 – 392	393 –
Wandtafel	5	-	1	-	1	-	-	3
(Länge)	5	1	-	-	1	-	-	3

Tab. 13: Qualitative Einordnung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B. Dabei gilt: Der grüngefärbte Teilbereich nimmt jenen Teilbereich ein, welcher in etwa als realitätsnahe (RW+) bezeichnet werden kann. Die Schritte der einzelnen Unterkategorien wurden so gewählt, dass jeweils 10% des Richtwertes die Differenz der beiden Werte definiert. Die erste Ziffer definiert das Resultat des Pretests, die zweite Ziffer dasjenige des Posttests. Die Angaben sind in Zentimeter (cm) bzw. Millimeter (mm) angegeben. Weiter definiert *die rote Ziffer* die grösste Quantität (n Schüler/-innen) und *die blaue Ziffer* die zweitgrösste Quantität (n Schüler/-innen).

Aus der unten aufgeführten Tabelle (siehe *Tab.14*) lassen sich zu den jeweiligen Richtwerten (RW) der Klassen A und B die Abweichungen finden. Dabei sind alle Angaben in Zentimeter (cm) aufgelistet:

Item (Nr.)			Klasse A	Klasse B
	a	**Höhe der Klassenzimmertür**	RW 220 („RW+“ = 190 – 250) *Abweichung: 13.6%*	RW 210 („RW+“ = 185 – 235) *Abweichung: 11.9%*
	b	**Länge des Schüler/-innen-Pults**	RW 130 („RW+“ = 115 – 145) *Abweichung: 11.5%*	RW 120 („RW+“ = 105 – 135) *Abweichung: 12.5%*
	c	**Höhe des Klassenzimmers**	RW 290 („RW+“ = 250 – 330) *Abweichung: 13.8%*	RW 280 („RW+“ = 240 – 320) *Abweichung: 14.3%*
	d	**Länge der Klassenzimmerwand**	RW 900 („RW+“ = 800 – 1000) *Abweichung: 11.1%*	RW 1000 („RW+“ = 900 – 1100) *Abweichung: 10%*
	e	**Grösse der Lehrperson**	RW 178 („RW+“ = 170 – 186) *Abweichung: 4.5%*	RW 154 („RW+“ = 148 – 160) *Abweichung: 3.9%*
	f	**Länge des Bleistifts**	RW 18 („RW+“ = 16 – 20) *Abweichung: 11.1%*	RW 18 („RW+“ = 16 – 20) *Abweichung: 11.1%*
	g	**Länge des A4-Blattes**	RW 30 („RW+“ = 27 – 33) *Abweichung: 10%*	RW 30 („RW+“ = 27 – 33) *Abweichung: 10%*
	h	**Länge der Wandtafel**	RW 400 („RW+“ = 360 – 440) *Abweichung: 10%*	RW 300 („RW+“ = 270 – 330) *Abweichung: 10%*

Tab.14: Richtwerte und deren Abweichungen bezüglich der acht Items. Dabei definiert der Prozentsatz der Abweichung jeweils die Abweichung sowohl nach oben als auch nach unten. Weiter definieren die Zahlen in der Klammer jene Abweichung zum Richtwert (RW), welche als realitätsnahe (RW+) bezeichnet werden können.

Aus den unten aufgeführten Tabellen (siehe *Tab.15a, 15b, 16a & 16b*) lassen sich die Resultate bezüglich der Abweichungen (siehe *Tab. 14*) herauslesen:

Klasse A Item a – d			Pretest a RW+	Pretest a RW-	Pretest b RW+	Pretest b RW-	Pretest c RW+	Pretest c RW-	Pretest d RW+	Pretest d RW-
Posttest	a	RW+	9 (1,2,3,7,8, 9,10,11,14)	2 (6,13)						
Posttest	a	RW-	4 (4,12,15, 16)	1 (5)						
Posttest	b	RW+			-	4 (1,6,10,14)				
Posttest	b	RW-			2 (3,16)	10 (2,4,5,7,8,9, 11,12,13,15)				
Posttest	c	RW+					8 (2,3,7,8,9, 10,12,16)	1 (4)		
Posttest	c	RW-					4 (1,5,11,15)	3 (6,13,14)		
Posttest	d	RW+							-	2 (1,15)
Posttest	d	RW-							2 (12,16)	12 (2-11, 13,14)

Tab.15a: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 1.Teil

Klasse A Item e – f			Pretest e RW+	Pretest e RW-	Pretest f RW+	Pretest f RW-	Pretest g RW+	Pretest g RW-	Pretest h RW+	Pretest h RW-
Posttest	e	RW+	4 (5,7,8,11)	4 (2,3,15,16)						
Posttest	e	RW-	-	8 (1,4,6,9,10, 12,13,14)						
Posttest	f	RW+			-	1 (1)				
Posttest	f	RW-			1 (9)	14 (2-8, 10-16)				
Posttest	g	RW+					3 (2,5,14)	4 (4,7,9,15)		
Posttest	g	RW-					3 (2,13,16)	6 (1,6,8,10, 11,12)		
Posttest	h	RW+							3 (2,3,14)	10 (1,4,7-13, 16)
Posttest	h	RW-							1 (15)	2 (5,6)

Tab.15b: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 2.Teil

Klasse B Item a – d			Pretest							
			a		b		c		d	
			RW+	RW-	RW+	RW-	RW+	RW-	RW+	RW-
Posttest	a	RW+	4 (1,3, 4,6)	-						
		RW-	-	5 (2,7,8,9,10)						
	b	RW+			-	2 (2,3)				
		RW-			1 (9)	6 (1,4,6,7, 8,10)				
	c	RW+					-	2 (1,3)		
		RW-					2 (8,10)	5 (2,4,6, 7,9)		
	d	RW+							1 (2)	1 (4)
		RW-							1 (7)	6 (1,3,6, 8,9,10)

Tab.16a: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 1.Teil

Klasse B Item e – f			Pretest							
			e		f		g		h	
			RW+	RW-	RW+	RW-	RW+	RW-	RW+	RW-
Posttest	e	RW+	2 (6,7)	2 (4,10)						
		RW-	1 (1)	4 (2.3.8.9)						
	f	RW+			2 (1,6)	2 (4,8)				
		RW-			-	5 (2,3,7, 9,10)				
	g	RW+					-	9 (1,2,3,4,6, 7,8,9,10)		
		RW-					-	-		
	h	RW+							-	1 (9)
		RW-							1 (6)	7 (1,2,3,4, 7,8,10)

Tab.16b: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 2.Teil

Anhang IV Daten des Fragebogens

Unter diesem Punkt werden nun die erhobenen Daten der Lehrpersonen (Lp) A und B getrennt und detailliert aufgeführt. Dabei werden dieselben fünf Schwerpunkte gesetzt: (1) *Durchführbarkeit*, (2) *Verständlichkeit der Aufgabenstellungen*, (3) *Lehr- und Lernfreude*, (4) *Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche* und (5) *Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kantons Wallis)*:

Durchführbarkeit

Lp A: Der erste Teil des Konzepts, namentlich der handlungsorientierte Teil mit dem Messen und Vergleichen, ist sehr gut durchführbar.
Der Eintrag in die Stellenwerttafel funktioniert sehr gut, muss aber besser mit dem darauf folgenden Umwandeln gekoppelt werden. Anbei ist der Übergang vom Handeln zum Rechnen auf dem Blatt zu „hart“. Die Einführung zum Umwandeln und Bruchrechnen kommt zu kurz. Das Vorgehen beim Vergleichen und Messen verläuft in mehreren Lektionen gleich ab, was dies eintönig erscheinen lässt.

Lp B: Der erste Teilbereich, namentlich das Messen, Schätzen und Vergleichen, ist sehr gut durchführbar. Der Sprung vom handlungsorientierten Rechnen zum Rechnen auf dem Blatt ist zu gross. Die Schülerinnen und Schüler haben die Stellenwerttafel verstanden, jedoch sollte das Umwandeln mit der Stellenwerttafel gekoppelt werden. Bezüglich des Bruchrechnens muss dies expliziter erarbeitet werden.

Verständlichkeit der Aufgabenstellungen

Lp A: Der Zeitrahmen des handlungsorientierten Teilbereichs ist sehr grosszügig bemessen. Dadurch kommt das Rechnen auf dem Blatt ein wenig zu kurz. Zu kurz, wenn die Lernziele erreicht werden wollen. Die Aufgabenstellungen, in Ausnahme jener bezüglich des Messens mit der Schnur, waren ansonsten klar formuliert, wenn auch von der Lehrperson gut erklärt und zu gegebenen Zeitpunkten das Geschehen stärker geleitet werden musste, als dies der Lehrerkommentar vorgibt.

Lp B: Der handlungsorientierte Teilbereich bestand aus Aufgabenstellungen, welche für (fast) alle Schülerinnen und Schüler klar formuliert waren. Ausnahmen gab es jedoch auch, so dass manche Aufgabenstellungen von der Lehrperson erläutert werden mussten. Durch Abbildungen könnten die Aufgabenstellungen einerseits noch deutlicher erklärt und andererseits attraktiver gestaltet werden. Eine Monotonie der Aufgabenstellungen lässt einige Lektionen sehr ähnlich aussehen.

Lehr- und Lernfreude

Lp A: Der Start dieser Unterrichtsreihe, namentlich das handlungsorientierte Lehren und Lernen, hat sowohl mir als Lehrperson als auch den Schülerinnen und Schülern als Lernende sehr viel Spass gemacht. Demzufolge breitete sich eine enorme Motivation aus. Diese letztgenannte Motivation nahm jedoch im zweiten Teilbereich, dem Rechnen auf dem Blatt, stark ab, da die Schülerinnen und Schüler zu gegebenen Zeitpunkten überfordert waren.

Lp B: Der handelnde Teil bereitete sowohl den Schülerinnen und Schülern des Regelunterrichts als auch den Schülerinnen und Schülern, welche die PSH besuchen, einen Riesenspass. Anbei kann gesagt werden, dass diese Schülerinnen und Schüler die Lernziele erreichen konnten. Dieser Spass förderte ganz klar die Motivation, welche jedoch beim Rechnen auf dem Blatt verloren ging, da manche Schülerinnen und Schüler überfordert waren.

Integration von Lernenden mit mathematischer Leistungsschwäche

Lp A: Die Schülerin/der Schüler, welche/r die Pädagogische Schülerhilfe bezüglich des Fachbereichs Mathematik besucht, konnte sehr gut im ersten Teilbereich dieser Unterrichtseinheit mitarbeiten. Eine stetige Integration konnte während dieser Phase gewährleistet werden, da es sich einerseits um einen handlungsorientierten Teil handelte und andererseits stand sie/er stets in Interaktion mit ihren/seinen Mitschülerinnen und -schülern. Sobald dass das Konzept jedoch ans eigentliche Rechnen auf dem Blatt ankam, bedurfte es wiederum der Mithilfe der PSH-Lehrperson.

Lp B: Im handlungsorientierten Teilbereich war es den Schülerinnen und Schülern, welche die PSH im Fachbereich Mathematik besuchen, stets möglich, in den Regelunterricht bzw. in diese Unterrichtseinheit integriert zu werden. Doch als das Rechnen auf dem Blatt zu erarbeiten war, wurden diese Schülerinnen und Schüler mit einer Überforderung konfrontiert, so dass die PSH-Lehrperson die Begleitung wieder aufnehmen musste.

Zielerreichung (bezüglich des Lehrplans des Kanons Wallis)

Lp A: Hält man sich den Lehrplan des Kantons Wallis vor Augen, so müssten noch mehr Übungen bezüglich des Rechnens auf dem Blatt erarbeitet werden, damit alle Ziele auch wirklich von allen Schülerinnen und Schülern erreicht werden können.

Lp B: Die Zielbereiche, welche das Handeln bzw. die handelnden Elemente abdecken, können mit diesem Konzept sehr gut erreicht werden. Was das Rechnen auf dem Blatt betrifft, namentlich das Umwandeln, das Bruchrechnen, das Rechnen mit Addition und Subtraktion, konnten diesbezüglich leider nicht alle Ziele erreicht werden.

Anhang V Fragebogen für die Lehrpersonen A und B

Der unten aufgeführte Fragebogen zeigt diejenigen offen gestellten Fragen auf, welche die Lehrpersonen A und B am Ende der Erarbeitung ausfüllen mussten. Diese Daten trugen schliesslich bei, dass das „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen“ bezüglich der Durchführbarkeit evaluiert werden konnte:

- *Ist das „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen“ durchführbar bzw. welche Änderungen müssen vorgenommen werden?*

- *Konnten sich die Schülerinnen und Schüler mit dem „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen“ identifizieren, d.h. waren die Aufgabenstellungen verständlich? Traten Schwierigkeiten auf? Wenn ja, welche?*

- *Hatten Sie als Lehrende als auch die Schülerinnen und Schüler als Lernende Spass bei der Erarbeitung des „Konzepts zur Förderung von Grössenvorstellungen“?*

- *Konnten Ihrer Meinung nach die Schülerinnen und Schüler, welche die PSH besuchen, dem „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen“ folgen?*

- *Konnten durch die Erarbeitung mit dem „Konzept zur Förderung von Grössenvorstellungen“ die Grobziele nach dem Lehrplan des Kantons Wallis bezüglich der Thematik „Längenmasse“ der 3. Primarstufe erreicht werden? Wenn nein, warum?*

(An dieser Stelle wird auf das Instrument mit den acht Items zur Datenerfassung bezüglich der Grössenvorstellungen der Schülerinnen und Schüler nicht näher eingegangen, da dieses aus der Tabelle 9 (siehe *Tab. 9*) entnommen werden kann.)

Anhang VI Anfrage der Lehrperson

Herr
Grünwald Jonas
Furkastrasse 17
3900 Brig
Natel-Nr.: 078/733`36`74
Privat-Nr.: 027/923`53`53
e-Mail: Jonas.Gruenwald@students.hepvs.ch

Herr/Frau
Name Vorname
Strasse Nr.
Plz Ort

Brig, Datum

Anfrage zur Mitarbeit für die Diplomarbeit an der Pädagogischen Hochschule Wallis.

Sehr geehrter/geehrte Herr/Frau …

Zurzeit befinde ich mich in der Ausbildung zur Lehrperson der Oberstufe an der Pädagogischen Hochschule Wallis in Brig. Am 17. September 2007 beginne ich das fünfte Semester, während diesem ich die Diplomarbeit, welche unter dem Titel „Situiertes Lernen im Mathematikunterricht oder: Wie die Grössenvorstellungen bezüglich Grössen durch situiertes Lernen gefördert werden können?“ steht, schreibe. Diese beinhaltet neben einem theoretischen Teil auch einen empirischen Teil, wobei ich Daten sammeln und schliesslich interpretieren werde.

Anbei finden Sie ein Informationsblatt. Ich bitte Sie inständig, dieses Informationsblatt durchzulesen und mir telefonisch oder per Mail bis am Mittwoch, den 05. September 2007, Bescheid zu geben, ob Sie Interesse haben oder nicht. Falls Sie sich direkt dafür entscheiden, nicht an dieser Intervention teilzunehmen, bitte ich Sie, mir dies so schnell als nur möglich mitzuteilen.

Im Voraus möchte ich mich für Ihre Bemühungen bedanken und verbleibe mit besten Grüssen.

Grünwald Jonas, Student an der Pädagogischen Hochschule Wallis

Beilage(n): Informationsblatt

Situiertes Lernen im Mathematikunterricht

Auf der folgenden Seite ist in wenigen Worten beschrieben, um was für eine Intervention es sich handelt. Hierbei nehme ich (nur) Bezug auf die zu diesem Zeitpunkt wichtigsten Informationen. Sollten weitere Fragen auftreten, welche eine schnelle Beantwortung verlangen, so bitte ich Sie, mich zu kontaktieren (078/733`36`74). Im Voraus möchte ich mich bei Ihnen bedanken.

Nach Franke (2003) lässt sich die Problematik wie folgt zusammenfassen: „Formales Rechnen mit Grössenangaben in der gleichen Einheit unterscheidet sich kaum vom Zahlrechnen und trägt wenig zum Ausbilden von Grössenvorstellungen bei“ (Franke, 2003, S.221). Dieses Zitat zeigt in wenigen Worten auf, dass das Rechnen mit Grössen primär nicht dem schriftlichen Rechnen, namentlich dem Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren, gewidmet werden sollte, sondern viel mehr dazu dient, das Vorstellungsvermögen der Kinder bezüglich den entsprechenden Grössen zu entwickeln bzw. entwickeln zu lassen.

Zweck: Im Sinne der Pädagogischen Hochschule Wallis verfasse ich im letzten Studienjahr eine Diplomarbeit, die auch eine empirische Datensammlung enthält. Die Intervention, welche die Lehrperson mit ihrer Klasse durchführt und die darauffolgenden Rückmeldungen bilden den empirischen Teilbereich meiner Diplomarbeit.

Stufe: 3. Primarklasse

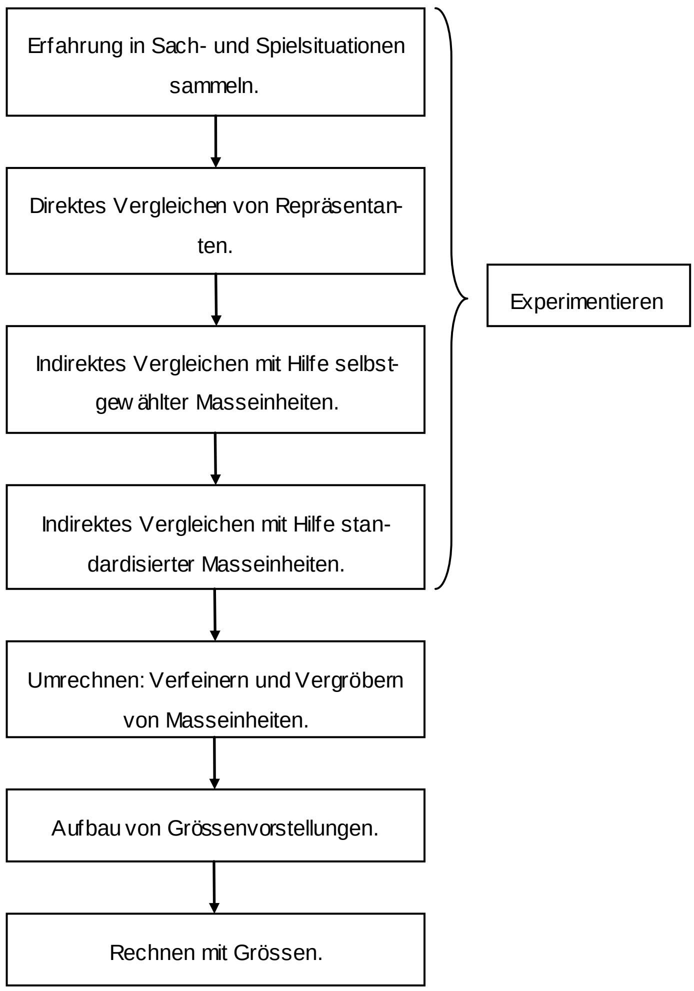
Fachbereich: Mathematik (Grössen, ferner die Thematik der *Hohlmasse*). Sollten die Themen *Längenmasse* und/oder *Gewichte* sich besser eigenen, bitte ich Sie, dies mir zu kommunizieren.

Zeitaufwand vor der Intervention: Die Lehrperson erhält von mir ein Dossier, welches alle nötigen Materialien und Informationen enthält, um die Thematik der Hohlmasse bezüglich des Lehrplans zu erarbeiten. Meine Aufgabe wird es sein, Ihnen dieses Konzept während eines Gesprächs näherzubringen. (Sollte das Konzept der Lehrperson gefallen, kann diese das Konzept selbstverständlich in ihr Repertoire aufnehmen.)

Zeitaufwand mit der Klasse: ca. 10 bis 12 Lektionen (Verkürzungen/Verlängerungen vorbehalten. Absprachen möglich). Wenn möglich, ist diese Intervention in den Monaten Oktober/November 2007 durchzuführen.

Zeitaufwand nach der Intervention: Die Lehrperson sollte dazu bereit sein, sich für allfällige Rückmeldungen (in Form eines Fragebogens, Interviews u.ä.) zur Verfügung zu stellen.

Konzept in Kürze: Auf der folgenden Seite finden Sie eine Grafik, welche das Stufenmodell in seinen sieben Stufen schildert. Erklärungen und Beschreibungen würden selbstverständlich folgen.



Didaktisches Stufenmodell zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003)

Anhang VII Anfrage der Schulkommission

Herr
Grünwald Jonas
Furkastrasse 17
3900 Brig
Natel-Nr.: 078/733`36`74
Privat-Nr.: 027/923`53`53
e-Mail: Jonas.Gruenwald@students.hepvs.ch

An die Schulkommission Ort
Herr/Frau
Schulpräsident(-in)
Plz Ort

Brig, Datum

Anfrage zur Mitarbeit für die Diplomarbeit an der Pädagogischen Hochschule Wallis.

Sehr geehrter/geehrte Herr/Frau …

Zurzeit befinde ich mich in der Ausbildung zur Lehrperson der Oberstufe an der Pädagogischen Hochschule Wallis in Brig. Am 17. September 2007 beginne ich das fünfte Semester, während diesem ich die Diplomarbeit, welche unter dem Titel „Situiertes Lernen im Mathematikunterricht oder: Wie die Grössenvorstellungen bezüglich Grössen durch situiertes Lernen gefördert werden können?“ steht, schreibe. Diese beinhaltet neben einem theoretischen Teil auch einen empirischen Teil, wobei ich Daten sammeln und schliesslich interpretieren werde.
Für diesen letztgenannten empirischen Teil möchte ich eine Intervention in der … Klasse von Herr/Frau … in … durchführen. Herr/Frau … hat mir bereits bestätigt, dass er/sie zur Mitarbeit bereit wäre.

Anbei finden Sie ein Informationsblatt sowie ein Formular. Ich bitte Sie inständig, dieses Informationsblatt durchzulesen und mir das Formular bis am Freitag, den 21. September 2007, zurückzusenden. Bei Fragen können Sie sich an mich wenden.

Im Voraus möchte ich mich für Ihre Bemühungen bedanken und verbleibe mit besten Grüssen.

Grünwald Jonas, Student an der Pädagogischen Hochschule Wallis

Beilage(n): Informationsblatt
Bestätigungsformular

Situiertes Lernen im Mathematikunterricht

Auf der folgenden Seite ist in wenigen Worten beschrieben, um was für ein Konzept es sich handelt. Hierbei nehme ich (nur) Bezug auf die zu diesem Zeitpunkt wichtigsten Informationen. Sollten weitere Fragen auftreten, welche eine schnelle Beantwortung verlangen, so bitte ich Sie, mich zu kontaktieren (078/733`36`74). Im Voraus möchte ich mich bei Ihnen bedanken.

Nach Franke (2003) lässt sich die Problematik wie folgt zusammenfassen: „Formales Rechnen mit Grössenangaben in der gleichen Einheit unterscheidet sich kaum vom Zahlrechnen und trägt wenig zum Ausbilden von Grössenvorstellungen bei" (Franke, 2003, S.221). Dieses Zitat zeigt in wenigen Worten auf, dass das Rechnen mit Grössen primär nicht dem schriftlichen Rechnen, namentlich dem Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren, gewidmet werden sollte, sondern viel mehr dazu dient, das Vorstellungsvermögen der Kinder bezüglich den entsprechenden Grössen zu entwickeln bzw. entwickeln zu lassen.

Zweck: Im Sinne der Pädagogischen Hochschule Wallis verfasse ich im letzten Studienjahr eine Diplomarbeit, die auch eine empirische Datensammlung enthält. Die Intervention, welche die Lehrperson mit ihrer Klasse durchführt und die darauffolgenden Rückmeldungen bilden den empirischen Teilbereich meiner Diplomarbeit.

Stufe: 3. Primarklasse

Fachbereich: Mathematik (Grössen, ferner die Thematik der *Hohlmasse*). Sollten die Themen *Längenmasse* und/oder *Gewichte* sich besser eigenen, bitte ich Sie, dies mir zu kommunizieren.

Zeitaufwand vor der Intervention: Die Lehrperson erhält von mir ein Dossier, welches alle nötigen Materialien und Informationen enthält, um die Thematik der Hohlmasse (Längenmasse oder Gewichte) bezüglich des Lehrplans zu erarbeiten. Meine Aufgabe wird es sein, der Lehrperson dieses Konzept während eines Gesprächs näherzubringen. Somit muss die Lehrperson einen relativ geringen Mehraufwand bezüglich der Vorbereitung aufwenden. (Sollte das Konzept der Lehrperson gefallen, kann diese das Konzept selbstverständlich in ihr Repertoire aufnehmen.)

Zeitaufwand mit der Klasse: ca. 10 bis 12 Lektionen (Verkürzungen/Verlängerungen vorbehalten. Absprachen möglich). Wenn möglich, ist diese Intervention in den Monaten Oktober/November 2007 durchzuführen.

Zeitaufwand nach der Intervention: Die Lehrperson sollte dazu bereit sein, sich für allfällige Rückmeldungen (in Form eines Fragebogens, Interviews u.ä.) zur Verfügung zu stellen.

Bestätigungsformular

Hiermit bestätigt die Schulkommission von …, dass Sie, Herr Grünwald Jonas, Student an der Pädagogischen Hochschule Wallis, autorisiert sind, in der folgenden Klasse diese Intervention für die Diplomarbeit als empirische Studie durchzuführen bzw. durchführen zu lassen und gegebenenfalls Beobachtungen zu erfassen.

Schulklasse von: Herr/Frau ………………………………………..
Schulgemeinde:……………………………………………………..
Klassenstufe: ……………………………………………………..

Ort, Datum ……………………………………………

Unterschrift …………………………………………

Anhang VIII Informationsformular für die Elternschaft der Klassen A und B

Herr
Grünwald Jonas
Furkastrasse 17
3900 Brig
Natel-Nr.: 078/733`36`74
Privat-Nr.: 027/923`53`53
e-Mail: Jonas.Gruenwald@students.hepvs.ch

Brig, Datum

An die Elternschaft der 3. Primarklasse von Herrn/Frau…

Sehr geehrte Eltern

Zurzeit befinde ich mich in der Ausbildung zur Lehrperson der Oberstufe an der Pädagogischen Hochschule Wallis in Brig. Am 17. September 2007 beginne ich das fünfte Semester, während diesem ich die Diplomarbeit, welche unter dem Titel „Situiertes Lernen im Mathematikunterricht oder: Wie die Grössenvorstellungen bezüglich Grössen durch situiertes Lernen gefördert werden können?“ steht, schreibe. Diese beinhaltet neben einem theoretischen Teil auch einen empirischen Teil, wobei ich Daten sammeln und schliesslich interpretieren werde.
Für diesen letztgenannten empirischen Teil werde ich eine Intervention in der 3. Primarklasse Ihres Sohnes/Ihrer Tochter durchführen bzw. von der Klassenlehrperson durchführen lassen.

Im Voraus möchte ich mich für Ihre Kenntnisnahme bedanken und verbleibe mit besten Grüssen.

Grünwald Jonas, Student an der Pädagogischen Hochschule Wallis

13. Tabellenverzeichnis

Tab.1: Winters (1975) Sichtweise der Aspekte „Mensch-Mathematik-Schule/Gesellschaft“
Tab.2: Übersicht zu Grössen in der Grundschule
Tab.3: Die Zielsetzung des „Konzepts zur Förderung der Grössenvorstellungen“ bezüglich der allgemeinen Aufgaben und Zielen des Mathematikunterrichts nach Winter
Tab.4: Übersicht der Klassen A und B
Tab.5: Übersicht über die Gespräche und die Treffen mit den Lehrpersonen A und B
Tab.6: Eingliederung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A bezüglich der Abweichung zum Richtwert
Tab.7: Eingliederung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B bezüglich der Abweichung zum Richtwert
Tab.8: Eingliederung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klassen A und B bezüglich der Abweichung zum Richtwert (Zusammenfassung)
Tab.9: Genaue Masse der acht Items des Pre- und Posttests der Klassen A und B
Tab.10: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A
Tab.11: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B
Tab.12: Qualitative Einordnung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A
Tab.13: Qualitative Einordnung der Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B
Tab.14: Richtwerte und deren Abweichungen bezüglich der acht Items
Tab.15a: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 1.Teil
Tab.15b: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse A bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 2.Teil
Tab.16a: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 1.Teil
Tab.16b: Resultate der Schülerinnen und Schüler der Klasse B bezüglich der Abweichungen zum Richtwert (RW), 2.Teil

14. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Modellbildungsprozess
Abb. 2: Grössenangaben
Abb. 3: Fälle des Umwandelns
Abb. 4: Grafische Darstellung des didaktischen Stufenmodells zur Behandlung von Grössen nach Franke (2003)
Abb. 5: Grafische Darstellung des „Pretest-Posttest Single Group Design“-Modells

15. Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst zu haben.
Die in der Arbeit dargestellten empirischen Daten wurden nach dem Gebot wissenschaftlicher Redlichkeit erfasst. Sie sind weder erfunden, noch verfälscht oder verzerrt.
Sämtliche Textstellen, die nicht von mir stammen, sind als Zitate gekennzeichnet und mit dem genauen Hinweis auf ihre Herkunft versehen.
Die verwendeten Quellen (gilt auch für Abbildungen, Grafiken u.ä.) sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.“

Brig, den 5. März 2008 Grünwald Jonas